1. FEBRUAR 1929

HEFT 5

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E. V.

Die Mittel zur Beseitigung der Funkenstörungen

Bearbeitet vom Technisch-wissenschaftlichen Ausschuß des D. F. T. V.

Aus der Denk- und Kampfschrift des Deutschen Funktechnischen Verbandes „D. F. T. V. contra Rundfunkstörungen"[1], die als dritter Band in der Fachschriften-Reihe des „Funk" (Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin) erschienen ist, entnehmen wir folgende Ausführungen über die Mittel zur Störbefreiung. Die Broschüre selbst enthält das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen und Arbeiten des D. F. T. V. über die Mittel und Wege, um wenigstens einen Teil der Rundfunkstörungen erfolgreich zu bekämpfen; sie ist der Auftakt des großen Kampfes der deutschen Funkfreunde gegen die „Feinde" des Rundfunkempfanges.

Auf Grund von umfangreichen Beobachtungen ist festgestellt worden, daß in vielen Fällen schon der Ortsempfang bis zu einem gewissen Grade durch die Rundfunkstörungen beeinträchtigt wird, daß aber der Fernempfang in noch viel höherem Maße unter den Störungen leidet. Erreichen die Störspannungen größenordnungsmäßig die Empfangsamplituden, so ist die Verständlichkeit der Sprache bereits in Frage gestellt, während die Wiedergabe einer musikalischen Sendung kaum erträglich ist, geschweige denn ein Genuß sein kann. Viele praktische Fälle weisen sogar auf die Tatsache hin, daß ein nahezu vollständiges Verschwinden der Sendung gegenüber der Geräuschlautstärke nicht zu den Seltenheiten gehört.

Einerseits nun haben nach vorhergehenden Erfahrungen bisher alle Versuche, um empfangsseitig gegen die hochfrequenten Störungen vorzugehen, keinen nennenswerten praktischen Erfolg zu verzeichnen, denn kritisch betrachtet beruhen fast alle Vorrichtungen, durch Schaltmaßnahmen am Empfänger eine Störungsverminderung zu erreichen, in Wirklichkeit auf einer Selbsttäuschung, die meistens darin besteht, daß durch Erhöhung der Selektion eine allgemeine Lautstärkenverminderung des Empfangs und damit auch der Störungen erzielt wird. Damit ist aber keineswegs eine ideelle Störbefreiung erreicht. Auch die gelegentlich mit Erfolg benutzte Verlegung der Empfangserde bzw. die Benutzung eines Gegengewichts sind nicht als allgemeine Regel zur Störbefreiung des Empfangs anzusehen. Andererseits dürfen dem Rundfunkteilnehmer nicht schwierige Bedienungsmaßnahmen oder gewisse Kunstgriffe bei der Abstimmung des Empfängers zugemutet werden, wenn anders er nicht die Freude am Rundfunk verlieren soll.

Es bleiben demnach nur noch Maßnahmen außerhalb der Rundfunkgeräte übrig.

Wie die von vielen Seiten ausgeführten Versuche ergeben, führen die typischen Rundfunkstörungen von hochfrequenten Schwingungsvorgängen her, deren Ursprung in dem Auftreten von Spannungsstößen oder von Funkenentladungen zu suchen ist, oder in Ausgleichsvorgängen begründet ist, bei denen die Erzeugung eines Lichtbogens oder die Bildung einer Gasentladung eine Rolle spielt. Ohne auf die näheren Vorgänge beim Zustandekommen der hochfrequenten Störungen einzugehen, sollen im folgenden nur die technischen Hilfsmittel beschrieben werden, die geeignet sind, Hochfrequenzstörungen des Rundfunkempfangs so stark zu unterdrücken, daß sowohl der Orts- als auch der Fernempfang mit genügender Klarheit zu verwirklichen ist. Demnach kommen nur solche Schutzmittel in Frage, die die Amplituden der Störspannungen auf etwa 3 v. H. ihres ursprünglichen Wertes oder darunter herabzusetzen gestatten, und die am Orte des störenden elektrischen Apparates anzubringen sind.

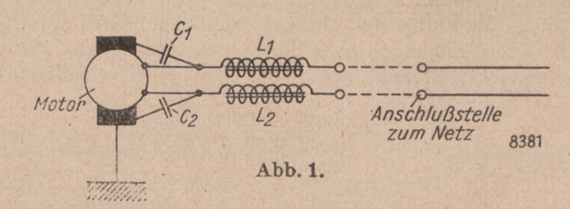


Abb. 1.

In den letzten Jahren sind sowohl von wissenschaftlichen Instituten als auch von der Industrie derartig geeignete Schaltanordnungen entwickelt und durchgeprobt worden. Im folgenden sollen die Störbefreiungsmittel für einige der Hauptstörer beschrieben werden.

1. **Elektromotoren** (Gleich- und Wechselstrom-Kollektormotoren): Jeder Motor muß sich in gutem Betriebszustand befinden. Nicht vollständig runde Kollektoren sind unzulässig; außerdem ist auf einen richtigen Bürstendruck und auf eine richtige funkenfreie Bürstenstellung zu achten. Die Motoren dürfen nur mit der von der Herstellerfirma angegebenen Nutzlast, nicht mit Überlast betrieben werden.

Als eigentliches Mittel für Störbeseitigung wird ein Schaltelement, das aus Abb. 1 ersichtlich ist, zwischen Zapfstelle des Netzes und Anschlußklemmen des Motors geschaltet.

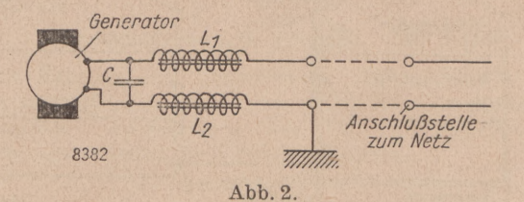


Abb. 2.

L_1 und L_2 sind zwei Hochfrequenzdrosseln, die eine Induktivität von etwa 10 mHy besitzen sollen. C_1 und C_2 sind Blockkondensatoren von etwa 1 μF, die zwischen Anschlußklemmen des Motors und Gehäuse liegen. Das Gehäuse selbst ist geerdet. Die Drosseln L_1 und L_2 sind einlagige

[1] Vgl. auch die Schrift von Postrat Dipl.-Ing. Eppen: „Die Beseitigung der Funkempfangsstörungen". Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin.

Zylinderspulen mit einem Kern aus unterteiltem Eisen. Die Aufbringung jeder Wicklung hat so zu erfolgen, daß die Eigenwelle der Drossel im Rundfunkwellenbereich, also bei etwa 10^5 bis 10^6 Hertz liegt. Die beiden Wicklungen können auch auf einen gemeinsamen unterteilten Eisenkern aufgebracht werden. Ihre Drahtstärke richtet sich entsprechend dem aufgenommenen Betriebsstrom nach den vom V. D. E. festgelegten Grundsätzen.

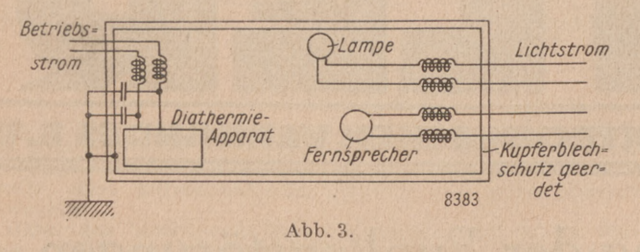


Abb. 3.

2. **Generatoren** (Gleich- oder Wechselstrom-Kollektormaschinen): Was über den Betriebszustand der Motoren gesagt ist, gilt in gleicher Weise für Generatoren. Das Schaltelement zur Störbeseitigung für Generatoren ist im wesentlichen dasselbe wie das für Motoren angewendete und unterscheidet sich nur dadurch, daß die Erdleitung über die eine Wicklung der Drossel zugeführt wird, womit den V. D. E.-Bestimmungen über die galvanische Erdung der negativen Anschlußklemme genügt ist (Abb. 2). (Die isolierte Aufstellung des Generatorgehäuses entspricht z. Z. noch nicht den V. D. E.-Bestimmungen.) Die Kondensatoren sind hier durch einen einzigen ersetzt. Wird der Generator durch einen Motor (Elektro- oder Kraftgasmotor) angetrieben, so hat man dafür Sorge zu tragen, daß keinerlei leitende Verbindung zwischen Generator und Motor besteht. Der Motor ist für sich zu beschalten, entsprechend 1., nur muß die Erdung des Motors in diesem Falle unterbleiben. Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit ist noch zu erwähnen, daß in den obigen Schaltanordnungen (desgleichen auch in den folgenden) entsprechende Sicherheitsorgane einzubauen sind.

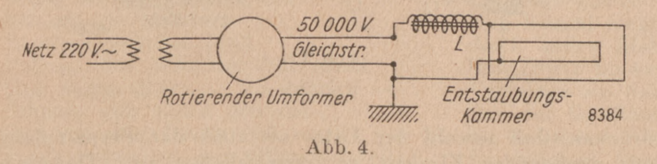


Abb. 4.

3. **Diathermieapparate:** Die Schutzmittel für den Diathermieapparat sind folgende:

I. Es wird dasselbe Schaltmittel verwendet wie für Motoren (Abb. 1). Die Kondensatoren liegen nicht am Gehäuse, sondern sind nach Erde geschaltet (Abb. 3).

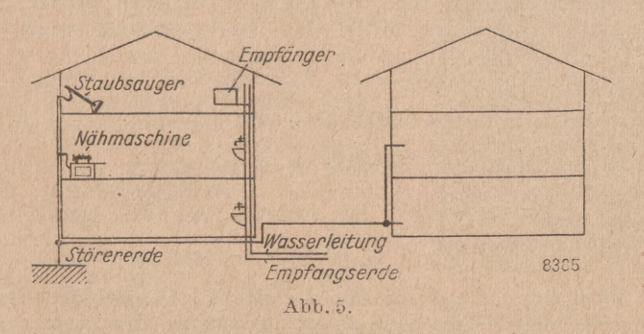


Abb. 5.

II. Soll in nächster Nähe des Diathermieapparates (Nachbarzimmer) Rundfunk empfangen werden, so ist zur Vermeidung direkter Strahlung das ärztliche Behandlungszimmer mit dünnem Kupferblech auszuschlagen, das zu erden ist.

III. Da ferner die Leitungen, die sonst von außen ins Zimmer führen, der direkten Strahlung des Diathermieapparates ausgesetzt bleiben, so müssen auch diese über Hochfrequenzdrosseln ins Zimmer geführt werden.

4. **Hochfrequenz-Entstaubungsanlagen:** Hinter dem rotierenden Gleichrichter, der hochgespannten Gleichstrom liefert, wird ein Drosselglied, bestehend aus einlagiger Hochfrequenzdrossel eingefügt. Nötigenfalls müssen mehrere Hochfrequenzdrosseln (Abb. 4), örtlich verteilt und in Reihe geschaltet, eingefügt werden.

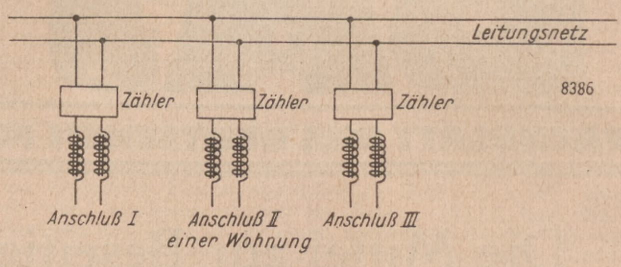


Abb. 6.

5. **Schutzmaßnahmen für ganze Häuser und Häuserblocks:** Für sämtliche elektrische Maschinen im Hause ist zweckmäßig eine gemeinsame „Störererde" zu schaffen, die im Grundwasser liegen soll. Für einen zusammenhängenden Häuserblock genügt eine einzige Störererde, an die die Gehäuse sämtlicher Motoren usw. mit genügend starken Leitungen anzuschließen sind. Eine andere, bereits bestehende Erde, Wasserleitung, Gasleitung usw., wird als Empfangserde benutzt (Abb. 5). Es ist zweckmäßig, von vornherein hinter jedem elektrischen Zähler symmetrische Hochfrequenzdrosseln einzubauen. Die Drosseln müssen entsprechend Abb. 1 ausgeführt sein (ohne Kondensatoren). Ihre Wicklung muß dem Betriebsstrom angepaßt sein (Abb. 6).

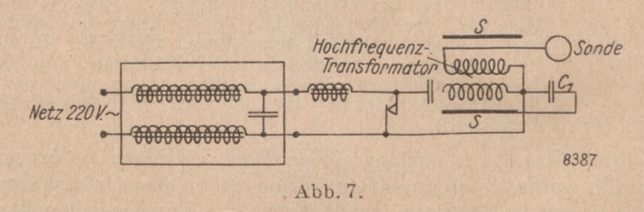


Abb. 7.

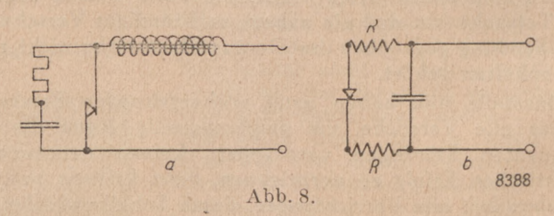


Abb. 8.

6. **Hochfrequenzheilgeräte.** Bei Hochfrequenzheilgeräten (Abb. 7) erreicht man durch folgende Mittel eine erhebliche Herabsetzung der Störlautstärke:

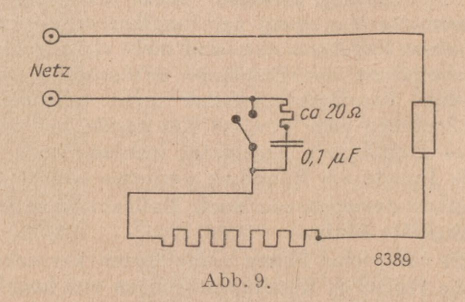


Abb. 9.

Notwendig ist die Benutzung eines Drosselsatzes, bestehend aus zwei Hochfrequenzdrosseln, entsprechend Abb. 1, jedoch mit größerer Induktivität (etwa 25 mHy) und einem symmetrisch zum Netzeingang des Hochfrequenz-

gerätes geschalteten Kondensator. Der Hochfrequenztransformator muß ferner von einem geschlitzten Blech (S S) umgeben sein, das über den Kondensator C_1 kapazitiv am Netz liegt. Schließlich darf das Gerät erst eingeschaltet werden, wenn bei Selbstbehandlung die Sonde die zu behandelnde Hautoberfläche berührt, so daß die Sekundärspule des Hochfrequenztransformators über den menschlichen Körper im Betrieb kurzgeschlossen ist.

7. **Elektrische Klingeln, Polwechsler, Schalter usw.:** Bei allen elektrischen Apparaten, bei denen Kontakte geöffnet und geschlossen werden, muß zur Störbefreiung ein Aggre-

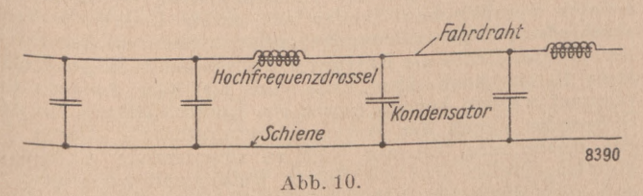


Abb. 10.

gat aus Widerstand mit in Reihe geschaltetem Kondensator (Abb. 8 a) verwendet werden, das dem jeweiligen Kontakt parallel geschaltet wird; die Parallelschaltung eines bloßen Kondensators genügt nicht. Die Kapazität des Kondensators beträgt etwa 1 μF und der Widerstand liegt in der Größenordnung des Ohmschen Widerstandes derjenigen Magnetspule, die den Kontakt betätigt. Beim Betätigen von Starkstromkontakten verwendet man die Schaltung nach Abb. 8 b, wobei der Kondensator nach der Netzseite zu symmetrisch zwischen den Zuleitungen liegt und ein kleiner Widerstand R ebenfalls symmetrisch zur Kontaktstelle angeordnet ist.

8. **Temperaturregler** (zur Konstanthaltung der Temperatur von Heizkissen, Bügeleisen usw.). Die Parallelschaltung eines Aggregats aus Kondensator von etwa 0,1 μF mit sehr kleinem in Reihe geschalteten Widerstand parallel zur Kontaktstelle, die durch die mehr oder minder große Erwärmung betätigt wird, genügt, um Störgeräusche sehr stark zu reduzieren (Abb. 9).

9. **Straßenbahnstörungen.** Die Straßenbahnstörungen werden vermieden durch:

I. Kapazitive Erdung des Fahrdrahtes in gewissen Abständen unter Einschaltung von Hochfrequenzdrosseln in den Zug des Fahrdrahtes (Abb. 10).

II. Kapazitive Überbrückung der Lichtanlage der Straßenbahn.

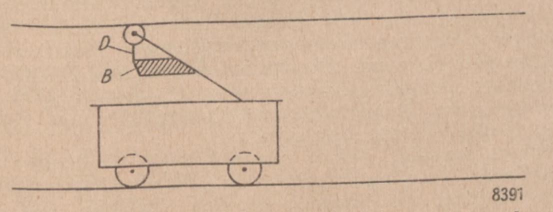


Abb. 11. B stellt einen am Stromabnehmer angebrachten mit Wasser gefüllten Behälter dar, aus dem ein Docht D hervorsieht, der die Rolle dauernd feucht hält.

III. Einschaltung von Drosseln hoher Induktivität in die Strombahn der Lichtanlage.

IV. Erhöhung des Kontaktdruckes zwischen Fahrdraht und Stromabnehmer.

V. Erhöhung des Betriebsstroms der Lichtanlage auf eine Stromstärke von mehr als 2 Amp.

VI. Verwendung geeigneten Kontaktmaterials des Stromabnehmers.

a) Kohlebügel;

b) Radiosparbügel.

VII. Feuchthaltung der Kontaktstelle zwischen Stromabnehmer und Fahrdraht (Abb. 11).

Durch vorgenannte Mittel wird also eine Verhinderung der Funkenstörungen erreicht bzw. die Störungen so weit unterdrückt, daß ein genügend klarer Orts- und auch Fernempfang möglich ist.

Es bliebe also nur noch die Kostenfrage zu erwähnen. Wie sich ohne weiteres aus den vorstehenden Vorschlägen ergibt, spielt der Anschaffungspreis für die Schutzvorrichtungen — abgesehen von den Störbefreiungsmitteln für die Straßenbahn — keine Rolle gegenüber dem Anschaffungspreis der betreffenden elektrischen Apparate bzw. deren Nutzwert. Bezüglich der Straßenbahnstörungen ist die Lösung der Kostenfrage natürlich bedeutend schwieriger, da es sich hier nicht nur um sehr große Betriebe handelt, sondern noch Fragen der Betriebssicherheit und der Wirtschaftlichkeit der erforderlichen Stromabnehmer zu berücksichtigen sind. Unseres Erachtens ist die Beseitigung der Rundfunkstörungen der Straßenbahn nur durch ein Zusammenarbeiten der Deutschen Reichspost und der Spitzenorganisation der Straßenbahnen möglich, da auf einem anderen Wege kaum die in diesem Falle ausschlaggebende Kostenfrage gelöst wird.

In Anbetracht der vorstehenden Ausführungen darf verlangt werden, daß die Anwendung solcher Störbefreiungsmittel zwangsweise (gesetzlich) vorgeschrieben wird, um zu verhindern, daß der Gestörte im Notfall gezwungen ist, auf zivilrechtlichem Wege sein Recht zu erlangen.

Bastelgänge des „Funk".

Bau eines Kurzwellenempfängers. — Vorführung des elektrodynamischen Lautsprechers.

Der kurzen Welle gehört die nächste Zukunft! Deutschland selbst baut einen starken Kurzwellensender größter Reichweite, dichter und dichter schließen sich die Reihen der Kurzwellenamateure, der Bastler sucht sich den Weg auch in die Welt der kurzen Wellen zu bahnen.

An diesen Erscheinungen als Zeichen der Zeit will auch der „Funk" als führendes Blatt des Bastlers nicht achtlos vorübergehen, ohne seinen Lesern hilfreich zur Hand zu sein, und wird, wie wir vor einigen Wochen schon ankündigten, einen Bastelgang zum Bau eines Kurzwellenempfängers in seinem Laboratorium eröffnen. Um den Wünschen aller gerecht zu werden und den Übergang vom Rundfunkempfang zum Kurzwellenverkehr erleichtern zu helfen, gestattet das Gerät durch Auswechseln der Spulen auch den Empfang im 200- bis 600 m-Band und darüber.

Die genaue Baubeschreibung wird bereits im nächsten Heft des „Funk-Bastler" veröffentlicht werden. Jeder Leser mag sich dann ein erstes Urteil über das Gerät bilden. Etwa gleichzeitig mit diesem Artikel soll die praktische Arbeit im Funk-Laboratorium ihren Anfang nehmen. Wir laden hiermit alle Freunde zu einem einleitenden Vortrag, verbunden mit Vorführung des Gerätes und einer Besprechung ein, die am

Sonnabend, dem 9. Februar, 17.00 Uhr,

in den Räumen der Schriftleitung, Berlin SW 68, Kochstraße 9, stattfinden wird. Besondere Anmeldung ist nicht erforderlich. Einzelheiten über die Durchführung des Bastelganges werden dort bekanntgegeben.

*

Im Anschluß an diese Veranstaltung wird eine Vorführung des elektrodynamischen Lautsprechers durch Herrn Dipl.-Ing. Keßler erfolgen, dessen Baubeschreibung in den Heften 43 und 44 des letzten Jahrganges erschienen ist.

Die an dieser Vorführung interessierten Leser laden wir zu 19.00 Uhr ebenfalls in die Räume der Schriftleitung, Berlin SW 68, Kochstraße 9, ein.

Telegraphiestörer beim Rundfunkempfang

Klagen der Rundfunkhörer. — Die Beseitigung der Interferenztöne.

Von

Prof. G. Leithäuser.

Auf Grund des Aufsatzes von E. Scheiffler „Gefährliche Feinde des Rundfunks" sind der Schriftleitung des „Funk" eine erdrückende Zahl von Zuschriften zugegangen, die die Empfangsbeobachtungen unseres Bastel-Laboratoriums in vollem Umfange bestätigen. Neben den leider üblich gewordenen Störungen durch Hochfrequenz-Heilgeräte, Motoren, elektrische Maschinen usw. klingt immer wieder die Klage durch, daß der Empfang durch Telegraphie oder Überlagerung so stark gestört wird, daß der Empfang der Darbietungen jenseits jedes Genusses liegt.

Eine bezeichnende Zuschrift kommt z. B. aus Saarwellingen, in der ein Funkfreund schreibt: „Trotzdem ist es mir mit einem Neutrodyne, der Hamburg von Toulouse vollständig trennt, des Abends sehr selten möglich, aus all den vielen Sendern auch nur einen einzigen herauszufischen, der nicht überlagert oder durch Telegraphie gestört wird. Die nahen Sender, wie Langenberg, Frankfurt a. M., Stuttgart, Köln, Kaiserslautern fallen fast vollkommen aus." Nachmittags sollen die gleichen Störungen vorhanden sein. Der Brief schließt mit dem Notschrei, daß der Rundfunkempfang aufgegeben werden muß, wenn sich die Verhältnisse nicht bessern, oder wenn nicht die Funktechnik neue Wege findet.

Es muß leider zugegeben werden, daß sich trotz aller internationaler Bemühungen um eine gute Wellenverteilung immer noch gegenseitige Störungen der verschiedenen Sender ergeben können. Meistens liegt es daran, daß in den Zeiten guten Fernempfangs, also im Winter, die Reichweite ferner Stationen stark zunimmt. Da die Stärke des im Lautsprecher vernommenen, durch Überlagerung entstandenen Störungstons proportional dem Produkt der Intensitäten beider Stationen ist, so leuchtet es ein, daß gerade beim Empfang starker Sender eine Nachbarwelle auch dann zu Störungen Anlaß geben kann, wenn die Intensität, mit der sie aufgenommen wird, nur klein ist. Das Produkt wird eben leider so groß, daß ein starker Interferenzton entsteht. Diese Störgefahr ist um so größer, je weniger die ausländischen Sender die ihnen zugewiesene Welle konstant einhalten.

Mit trennscharfen Empfängern sollte es in den allermeisten Fällen jedoch möglich sein, diese Störungen auf ein geringes Maß herunterzubringen. Bei guten Neutrodyne-Empfängern läßt sich, falls die Audionstufe Rückkopplung besitzt, der Empfänger so einstellen, daß bei loser Ankopplung der Antenne ein Zustand besteht, den man als „Mitnahmesystem" bezeichnet. In diesem Falle herrscht die Empfangsfrequenz vor, beherrscht dann den Empfänger und läßt jeweils die Frequenz anschwingen, die gerade empfangen werden soll bzw. eingestellt ist. Durch dieses Hilfsmittel kann man bei hochselektiven Geräten oftmals Überlagerungstöne wegbringen, läuft jedoch Gefahr, daß infolge zu großer Selektivität eine Verzerrung eintritt. Auch die Benutzung eines Sperrkreises oder Kurzschlußkreises ist mitunter von gutem Erfolg.

Die Gefahr der Interferenzstörungen ist im kürzeren Wellenbereich, also in der Gegend von 200 bis 250 m, größer als im hohen Bereich; kleine Änderungen im Antennenkreise des Senders beeinflussen hier die Welle viel stärker als im höheren Bereich.

Was die Störungen durch Telegraphie betrifft, so sollten im Bereich der Rundfunkwellen allgemein wenig Störungen sich bemerkbar machen, da in diesem Wellenbereich nur wenige Sender hineingreifen. Allerdings sind in guten Empfangszeiten Schiffssender gelegentlich mit starker Energie hörbar. Es handelt sich dann aber dabei meist um kleinere, anderen Ländern gehörige Schiffe, die auf 300 m oder 450 m arbeiten, denn Deutschland hält im Schiffsfunkverkehr diesen Wellenbereich dauernd für den Rundfunk frei. Oberwellen der stärkeren Sender von Königswusterhausen dürften bei Verwendung guter Geräte nur mit größter Seltenheit zu vernehmen sein.

Wenn in einer anderen Zuschrift bezweifelt wird, mit Geräten, die nur e i n e n Abstimmkreis für Fernempfang besitzen, derartige Überlagerungs- und Telegraphiestörungen überhaupt zu unterdrücken, so glaube ich, daß bei geschickter Konstruktion von Empfängern dieses Ziel doch erreicht werden kann.

Ich selbst habe mich noch vor kurzem davon überzeugt, daß sogar in der Nähe der Hauptfunkstelle Norddeich die meisten europäischen Sender mit einem Dreiröhren-Netzanschlußempfänger störungsfrei aufgenommen werden konnten. Dabei diente als Antenne ein etwa 100 m langer Draht, etwa 10 cm hoch über Erde, der als gute Antenne bezeichnet werden konnte, sowie ein Kurzschlußkreis für den Störsender neben der Antennenkopplungsspule. Durch die gut einstellbare, bis auf Null zu regulierende Antennenkopplung ließen sich die Störer weitgehend beseitigen, so daß auch die große Nähe der Küstenfunkstelle (etwa 5 km Abstand) keineswegs lästig wurde. Der Fehler, der meines Erachtens am meisten gemacht wird, liegt wohl in der Benutzung minderwertiger Antennen, die oftmals das Feld der Störungen stark, das gewollte Feld dagegen schwach aufnehmen.

Die Rundfunkgenehmigung kann widerrufen werden.

Mehrere Tageszeitungen haben vor kurzem unter der Überschrift „Nichtzahlen der Gebühr kein Grund für Sperrung des Rundfunks" eine Nachricht veröffentlicht, worin unter Bezugnahme auf ein Urteil des Kammergerichts Berlin vom 2. April 1928 — 4. S. 22. 28 — behauptet wird, die Deutsche Reichspost sei nicht berechtigt, eine Rundfunkgenehmigung allein deshalb zu widerrufen und für erloschen zu erklären, weil der Genehmigungsinhaber mit der Zahlung der Genehmigungsgebühr rückständig ist.

Hierzu wird uns von zuständiger Stelle folgendes mitgeteilt:

Die Entscheidungsgründe des Kammergerichts Berlin sind in der vorerwähnten Nachricht nur unvollständig und dadurch irreführend wiedergegeben. Nach § 18 der Genehmigungsbedingungen für die Errichtung und den Betrieb einer Empfangsanlage für den Rundfunk (die Bedingungen sind auf der Rückseite jeder Genehmigungsurkunde abgedruckt) kann die Deutsche Reichspost die Genehmigung j e d e r z e i t widerrufen. Dies erkennt auch das Kammergericht in seinen Entscheidungsgründen ausdrücklich an.

Die Deutsche Reichspost macht wegen Nichtzahlens der Genehmigungsgebühr von diesem Rechte natürlich im allgemeinen nur dann Gebrauch, wenn ein Mahnverfahren erfolglos geblieben ist. Sie ist auf Grund des § 9 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen vom 14. Januar 1928 auch berechtigt, die Rundfunkgenehmigungsgebühr im Verwaltungszwangsverfahren beizutreiben.

Betreibt jemand, dessen Genehmigung widerrufen oder aus anderen Gründen erloschen ist, die Rundfunkempfangsanlage weiter, so macht er sich strafbar und wird gegebenenfalls gemäß § 15 des vorgenannten Gesetzes, wenn er v o r s ä t z l i c h handelt, mit Gefängnis oder mit Geldstrafe bestraft. Auch der Versuch ist strafbar. Betreibt der Betreffende die Empfangsanlage f a h r l ä s s i g e r w e i s e weiter, so kann er mit Geldstrafe bestraft werden.

*

Betriebseinstellung des Züricher Senders. Der Züricher Rundfunksender hat seit dem 7. Januar 1929 den Betrieb vorübergehend einstellen müssen, da der Luftleiter völlig vereist war und Einrichtungen zur künstlichen Heizung der Antenne nicht vorhanden sind.

Straßburg auf Welle 303 m. Der private Sender „R a d i o - S t r a ß b u r g" hat seine Probesendungen aufgenommen. Gesandt wird jeden Dienstag und Donnerstag von MEZ 21.00 bis 23.00 Uhr. Die Wellenlänge beträgt 303 m. Die endgültige Inbetriebnahme ist für den Monat Februar vorgesehen.



Lautsprecherempfang ohne Niederfrequenz-verstärkung am Superhet

Die Steigerung der Leistung des Transponierungsempfängers — Die Anpassung der dritten Zwischenfrequenzverstärkerstufe. — Eine einfache Meßmethode.

Von

Dr. F. A. Lentze.

Die Leistung des Transponierungsempfängers konnte im Laufe der Zeit derartig gesteigert werden, daß sich die am zweiten Gleichrichter abgegebenen relativ hohen Lautstärken bei Anschaltung eines Niederfrequenzverstärkers für den Lautsprecherbetrieb nicht mehr ausnutzen lassen und künstlich wieder verringert werden müssen. Obwohl auch unter derartigen Betriebsbedingungen eine gewisse Kraftreserve erwünscht ist, hat diese Tatsache doch Bedenken erregt. So hat Vilbig[1]) sie zum Anlaß genommen, für eine Verkleinerung des Zwischenfrequenzverstärkers einzutreten in der Erwägung, daß (bei Benutzung einer Niederfrequenzverstärkung!) der übliche vierstufige Empfänger nicht mehr wirtschaftlich arbeite. Er stützt sich dabei auf Kurven, die auf den ersten Blick in der Tat eine Minderleistung der letzten Zwischenfrequenzstufen zu demonstrieren scheinen. Weiterhin hat auch Scheiffler[2]) auf diese große Endlautstärke aufmerksam gemacht und bucht sie als einen Nachteil gerade des neutralisierten Superhet, weil er „die Möglichkeit bietet, die Zwischenfrequenzverstärkung bis zum höchstmöglichen Maß zu steigern", deshalb das Audion übersteuere und durch übergroße Lautstärke Unfrieden im Hause eintrage.

Die folgenden Ausführungen treten zu diesen Ansichten in bewußten Gegensatz. Der Verfasser sieht den gegebenen Weg darin, die Lautstärke — die man stets, wenn nötig, herabsetzen kann! — gerade am zweiten Audion noch weiter zu steigern, um den Lautsprecher unter Umgehung einer zusätzlichen Niederfrequenzverstärkung bereits hier anschalten zu können.

Eine Übersteuerung der Röhren des Hochfrequenzverstärkers hat nicht die bekannten deletären klanglichen Folgen wie bei denen des Niederfrequenzverstärkers. Und ferner wird durch die Niederfrequenzverstärkung eine mehr oder minder merkliche Verfälschung der Klangfarbe hervorgerufen, sofern nicht technische Mittel angewendet werden, die für den Bastler unerreichbar sind.

Trotz dieser unbestreitbaren Vorteile ist dem Verfasser keine Veröffentlichung bekannt geworden, die sich mit dem Problem des Lautsprecherbetriebes am Audion befaßt. In der Tat sind die zu bewältigenden Schwierigkeiten nicht gering; sie lassen sich in der Hauptsache in zwei Punkten zusammenfassen, nämlich erstens die verlustfreie Verstärkung und zweitens die verzerrungsfreie Gleichrichtung der zu diesem Zweck nötigen sehr hohen Hochfrequenzwechselspannungen.

I.

Das erste Problem hat der Verfasser für den Superhet in früheren Aufsätzen mehrfach behandelt[3]). Auch hier bildet, wie bei jedem Hochfrequenzverstärker, die Vermeidung der Selbsterregung die wichtigste Aufgabe. An sich sind bei dem Transponierungsempfänger aus bekannten Gründen günstigere Verhältnisse zu erwarten als bei einem geradlinig aufgebauten Verstärker; immerhin ergibt sich aber in der Praxis eine ganz bedeutende Schwingneigung gerade des Zwischenfrequenzverstärkers, die sich unfehlbar dann einzustellen pflegt, wenn im Vertrauen auf die genannte Unempfindlichkeit einer Langwellenkaskade gewisse, bei einem normalen Rundfunkwellenverstärker selbstverständliche, konstruktive Gesichtspunkte — bewußt oder unbewußt — außer acht gelassen werden.

Bei eingehenden Versuchen ergab sich immer wieder, daß auch hier das für unseren Zweck nötige Optimum der Hochfrequenzverstärkung nur dann zu erreichen ist, wenn auch bei diesen Langwellenverstärkern alle in dieser Zeitschrift und anderen Ortes[4]) oft besprochenen Maßnahmen zur Entkoppelung der Schwingkreise mit peinlicher Sorgfalt durchgeführt worden sind, die zur Verstärkung der Rundfunkfrequenzen längst allgemeine Anerkennung gefunden haben. Durch rein räumliche Anordnung der Transformer im Sinne der früheren Bauanleitung des Verfassers[5]) kann eine für die heutigen wesentlich mehr zur Selbsterregung neigenden Hochfrequenzröhren ausreichende Entkoppelung nicht mehr gesichert werden. Allein eine Abschirmung der einzelnen Stufen nach allen Seiten schafft hier übersichtliche Verhältnisse. Sie wird am besten mit der Verwendung von Transformern mit geschlossenem Eisenkern und damit geringem Streufeld kombiniert. Lücken in der Abschirmung sind auf das geringstmögliche Maß zu beschränken. Weiterhin sind solche Punkte mit Spannungsabfall, die mehreren Kreisen zugleich angehören (Potentiometer, Anodenbatterie), hochfrequenztechnisch durch Überbrückung mit großen Blockkondensatoren an jeder Stufe zu umgehen. In diesem Sinne wirkt auch die zuerst von Scheiffler vorgeschlagene Einfügung eines gesonderten Potentiometers für die Filterstufe schon deshalb günstig — auch ohne, daß es anders als das zweite eingestellt zu werden braucht —, weil auf diese Weise der Kathodenanschluß des Filterkreises von dem der Gitterkreise der übergeordneten Röhren auch galvanisch getrennt wird. Und gerade die Filterstufe verdient, wie immer wieder hervorgehoben werden muß, erhöhte Beachtung, da sie, loser gekoppelt, von vornherein eher zum Anschwingen neigt und außerdem gegen noch so minimale Rückkopplungen von übergeordneten Stufen her besonders empfindlich ist, weil ja die Wirkung an sich verschwindend geringer Kopplungswerte proportional der dazwischen liegenden Verstärkung ansteigt[6]).

An dieser Stelle muß auch einer weiteren, gerade dem Transponierungsempfänger eigenen Gefahrenquelle gedacht werden, nämlich in manchen Fällen nicht unwesentlichen Zwischenfrequenzrückkopplungen auf das Eingangssystem, welche in dieser Hinsicht infolge seiner Abstimmung auf eine andere Frequenz zunächst harmlos erscheint und darum für den Bastler um so gefährlicher ist. Die nähere Besprechung dieser interessanten Schleichwege der Hochfrequenz muß einem weiteren Aufsatz vorbehalten bleiben.

Schließlich sollte bei der Entkopplung des Zwischenfrequenzverstärkers auch die innere Röhrenkapazität nicht außer acht gelassen werden. Ihr Hochfrequenzwiderstand für die 5000 m-Welle z. B. ist nur 3,5 mal höher als für die 1500 m-Welle, wo ihre Wirkung allbekannt ist. Dieser geringe Unterschied wird andererseits noch dadurch ver-

[1]) Vilbig, F.: Entwickelung des Superheterodyne-Empfängers zum Volksempfänger. „Funk-Bastler", Jahr 1928, Heft 35, S. 533.

[2]) „Funk-Bastler", Jahr 1928, Heft 36, S. 549.

[3]) „Funk-Bastler", Jahr 1927, Heft 37, Jahr 1928, Heft 1 bis 3 und 30.

[4]) M. v. Ardenne: Abschirmung. Funk-Magazin. Heft 9 und 10, Jahr 1928.

[5]) „Funk-Bastler", Heft 1—3, Jahr 1928.

[6]) Barkhausen: Elektronenröhren. 1. Band: Verstärker, S. 109.

ringert, daß die für unseren Zweck allein in Frage kommenden Hochleistungsröhren (nicht Schirmgitterröhren!) infolge ihres inneren Aufbaues eine wesentlich höhere innere Kapazität aufweisen als die älteren Typen, die bei der Konstruktion des Standart-Superhet Verwendung fanden. Selbstverständlich kann eine Neutralisation nicht die Entkopplung der Schwingkreise selbst ersetzen; sie bildet auf diesem Wege gewissermaßen den Schlußstein. Ganz abgesehen davon muß nochmals auf den großen Vorzug hingewiesen werden, die das Vorhandensein einer derartigen Neutralisationsanordnung dem Bastler in der Möglichkeit bietet, gerade beim Neutralisieren etwa noch vorhandene parasitäre Kopplungen mühelos abzuhören und damit defekte Stufen auffinden zu können, während er sonst ratlos vor dem pfeifenden Empfänger steht und überhaupt nicht weiß, wo die Suche nach den Fehlerquellen beginnen soll. Auch Kopplungen über mehrere Stufen hinweg lassen sich auf diesem Wege von denen zwischen benachbarten Stufen trennen: in diesem Falle kann bei der Neutralisation der eingestellte Ortssender usw. in allen Stufen nahezu völlig ausgelöscht werden, und doch ist die ganze Kaskade bemerkenswert labil. Es handelt sich dann zumeist um die oben gestreiften Rückkopplungen auf den Filterkreis und das Eingangssystem. Als Ausgangspunkt dieser letzteren kommt u. U. nach den Erfahrungen des Verfassers die Anodenleitung des Gleichrichters in Frage. In ihr, als dem Ende der Kaskade, sind von vornherein die höchsten Wechselspannungen zu erwarten. Diese können nicht, wie bei den vorhergehenden Stufen, duch einen tatsächlichen Kurzschlußkondensator zur negativen Heizung abgeleitet werden, weil dieser Überbrückungs- (Telephon-) Kondensator aus musikalischen Gründen nicht kleiner als 3000 cm gewählt werden sollte, um für ein empfindliches Ohr die oberen Tonfrequenzen nicht unerwünscht zu schwächen. Da er natürlich der relativ niederigen Zwischenfrequenz einen merklichen Widerstand entgegensetzt, wandert sie einmal über die innere Kapazität der Audionröhre zurück, hier u. U. eine merkliche Schwingneigung auslösend, und tritt andererseits in die achtlos vor dem Empfänger hin und her bewegte Telephonschnur ein. So können gerade bei Vorführungen, wenn mehrere Kopfhörer eingeschaltet werden und die betreffenden Personen außerdem noch in der Nähe des Empfängers sitzen, diese Rückkopplungen und damit die Schwingneigung des ganzen Empfängers gesteigert werden. Wie es wohl jeder bei solchen

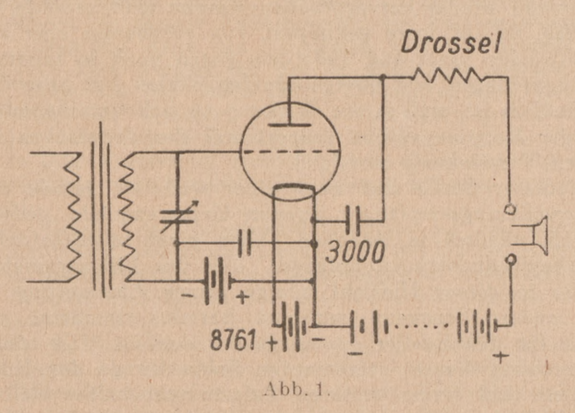


Abb. 1.

Gelegenheiten erfahren mußte, geht der Apparat dann wieder einmal „schlechter", besinnt sich aber sofort auf seine alte Leistung, wenn die Gäste den verärgerten Bastler verlassen haben. Bei Bewertung dieser rechnerisch zweifellos verschwindend geringen Kopplungen muß man sich eben wieder vor Augen halten, daß sie durch die dazwischen liegende mehrtausendfache Verstärkung entsprechend in der Wirkung gesteigert werden.

Ein radikales Abhilfemittel gegen diese Art von Rückkopplungen stellt die Einschaltung einer Drossel zwischen Röhrenanode und Überbrückungskondensator einerseits und Telephon und Anodenbatterie andererseits dar (Abb. 1). Durch wechselweises Ab- und Anschalten kann man sich von ihrer Wirkung in diesem Sinne überzeugen. Allerdings muß diese Drossel ausreichend dimensioniert sein; eine gewöhnliche Hochfrequenzdrossel ist wirkungslos und sogar schädlich. Ein nicht unwesentlicher Vorzug einer richtig dimensionierten Drossel besteht nämlich darin, daß sie mit Telephon und Überbrückungskondensator dem Anodenkreis eine Abstimmung ergibt, deren Frequenz unterhalb der Zwischenfrequenz liegt (bei der Radix-Superhet-Drossel z. B. 15 000 m Wellenlänge), so daß sein Hochfrequenzwiderstand für diese kapazitiv wird. Nach Barkhausen[7]) ist in diesem Falle eine Selbsterregung infolge einer Rückkopplung über die innere Kapazität der Röhre unmöglich, die sich namentlich bei den hier erforderlichen Lautsprecherröhren mit ihren Kastenanoden recht unerquicklich bemerkbar zu machen pflegt.

Durch alle diese Maßnahmen wird die hochfrequenztechnische Sanierung des Superhet erreicht. Sie bringt durch die Verringerung der Selbsterregung derartige Vorteile, daß sie den an sich nur geringen Mehraufwand an Anlagekapital und Mühe vollauf bezahlt macht.

Rein äußerlich braucht nunmehr das Potentiometer beim Betrieb nicht mehr bedient zu werden[8]). Es wird damit ein Drehknopf praktisch ausgeschaltet, der bei dem bisherigen Superhet recht kritisch zu bedienen war, so daß dieser Weg für die erstrebenswerte Vereinfachung des Überlagerungsempfängers, jedenfalls zunächst, näherliegen dürfte als die Versuche, den gesonderten Rahmenabstimmkondensator fortfallen zu lassen, dessen Bedienung bekanntlich in keiner Weise schwierig zu sein pflegt. Weiterhin bleibt die Klangfarbe bei jeder Gittervorspannung gleich hell, da nicht, wie beim schwingenden Empfänger, die Resonanzkurve durch zunehmende Entdämpfung spitzer und damit die Einengung der Seitenbänder größer wird. Dieser Vorzug muß ganz besonders hervorgehoben werden. Im übrigen kann man durch geschickte Abschirmung — oder besser: Verstimmung — der Transformer leicht eine trapezförmige Resonanzkurve erreichen, die noch bessere klangliche Bedingungen schafft.

Und endlich bringt diese Entkopplung noch einen weiteren Vorzug mit sich, der sie für den Betrieb eines Lautsprechers am zweiten Audion zur Bedingung werden läßt: erst wenn sie in jeder Hinsicht gelungen ist, lassen sich im Zwischenfrequenzverstärker beliebige, den in den einzelnen Stufen auftretenden steigend hohen Wechselspannungen angepaßte Röhren bei voller Heizung verwenden, und zwar im Interesse einer maximalen Leistung bei höchsten Anodenspannungen und entsprechend hohen Gittervorspannungen, so daß der Arbeitspunkt am optimalen Punkt der Charakteristik eingestellt werden kann!

*

Auf dem gezeichneten Wege gelang es dem Verfasser, auch ohne Verwendung von Schirmgitterröhren einen Empfänger aufzubauen, der außerordentliche Empfindlichkeit aufweist; zu einem tatsächlichen Lautsprecherempfang mittels des im folgenden Abschnitt zu beschreibenden Hochleistungsgleichrichters genügte seine Endenergie jedoch noch immer nicht. Die Erreichung dieses Zieles führte erst über

die Bestimmung der Höhe der Wechselspannungen im Verstärker.

Zu diesem Zwecke wurde eine Anordnung verwendet, die im Prinzip dem bekannten Röhrenvoltmeter[9]) gleicht.

---

7) Elektronenröhren, Band I, S. 101.

8) Swoboda, A.: Ein abgeschirmter und neutralisierter Überlagerungsempfänger. Österr. Radio-Amateur, Jahr 1928, Heft 6, S. 543.

9) Hund, A.: Hochfrequenzmeßtechnik, Berlin, Jahr 1928, Springer, S. 145.

das in dieser Zeitschrift eine ausgezeichnete Beschreibung[10]) gefunden hat. Sie geht von der bekannten Richtverstärkerschaltung des Audions aus, bei der die Gleichrichtung der angelegten Hochfrequenzspannungen dadurch erfolgt, daß der Arbeitspunkt der Röhre an eine Stelle veränderlicher Steilheit (am besten den unteren Knick) der Kennlinie gelegt wird. Dieses geschieht am einfachsten durch Anschluß des Kathodenendes des Gitterkreises (Sekundärkreis des vierten Transformers) an eine leicht während des Empfanges auszuprobierende negative Gittervorspannung. Die Hochfrequenz wird durch einen großen Kurzschluß-Kondensator direkt zum negativen Heizanschluß der Röhre weitergeleitet. Führt man nun diese Leitung gesondert aus dem Empfänger heraus zu einer großen Vorspannbatterie, dann läßt sich durch einfaches Umstecken des betreffenden Steckers auf der Vorspannbatterie die Vorspannung beliebig verändern. Bei Bedarf kann ein Potentiometer-Widerstand mit Abgriff dazwischengelegt werden (Abb. 2).

Wird die Audionröhre für sich allein angeheizt, so ergibt sich eine gewisse für jede Röhre individuelle „kritische Vorspannung"[10]), bei der ein im Anodenkreis eingeschaltetes Milliamperemeter keinen Strom mehr anzeigt. Treffen nun nach Inbetriebnahme der übrigen Röhren des Empfängers und Einstellung eines Senders Hochfrequenzwechselspannungen das Gitter, dann verringern ihre positiven Halbwellen die negative Vorspannung und der Anodenstrom setzt wieder ein. Erst wenn die Vorspannung um mindestens denselben Betrag erhöht wird, wie die Höhe dieser positiven Halbwellen beträgt, zeigt das Milliamperemeter wieder auf Null.

Für den vorliegenden praktischen Zweck ist diese Art der Ablesung aber kaum brauchbar, da außer der von dem eingestellten Sender einfallenden Hochfrequenz auch lokale usw. Störungen verstärkt dem Gitterkreis zugeführt werden, deren Größe unter Umständen die der Spannungsamplituden der eigentlichen Senderwelle beträchtlich übertreffen und damit deren objektive Messung illusorisch machen können.

Der Verfasser wandte deshalb als einfaches aber ganz besonders empfindliches Kriterium für das Verschwinden des Anodenstromes — und damit der für die betreffende Senderwechselspannung „kritischen Vorspannung" — das Telephon an. Nach Einstellung eines Senders mit möglichst gleichbleibender Modulation (Ansager, Pressebericht) wurde die negative Gittervorspannung des Richtverstärkers solange erhöht, bis die Station im Kopfhörer verschwand, ohne Rücksicht auf die auch dann unter Umständen sehr laut durchdringenden lokalen Störungen.

Bei dieser Methode ist zu beachten, daß die oben mittels eines Milliamperemeters ermittelte kritische Vorspannung, d. h. diejenige Vorspannung, bei der kein Anodenstrom mehr nachweisbar ist, entsprechend der wesentlich höheren Empfindlichkeit des nun als Indikator dienenden Kopfhörers neu ermittelt werden muß. Wie Hamm[11]) nachweisen konnte, läßt sich nämlich mit hochempfindlichen Galvanometern die Charakteristik noch weit ins negative Gebiet hinein verfolgen. Da die Empfindlichkeit des Telephones mit 10^{-8} Amp zu bewerten ist[12]), liegt bei seiner Benutzung als Meßinstrument diejenige „kritische" Vorspannung, bei welcher der Anodenstrom unter seine Reizschwelle sinkt, wesentlich weiter links, als bei Bestimmung mittels Drehspul-Instrument. Man kann sie — und damit den Ausgangspunkt der folgenden Messungen — nach Einstellung eines Senders in nahezu verschwindender Lautstärke (Rahmenkreis-Verstimmung, Abdrosselung des Zwischenfrequenzverstärkers usw.!) ermitteln. Erhöht man dann nämlich die negative Vorspannung der Meßröhre, so bleibt der Sender noch hörbar, wenn ein Meßinstrument keinen Strom mehr anzeigt, und verschwindet erst nach weiterer Vergrößerung. Bei dem für die folgenden Messungen verwendeten Exemplar der Valvo A 408 z. B. zeigt das „Mavometer" bei einer negativen Vorspannung von etwa 7 Volt keinen Anodenstrom mehr an ($E_a = 150$ Volt). Diese kritische Vorspannung läßt sich aber auf dem genannten

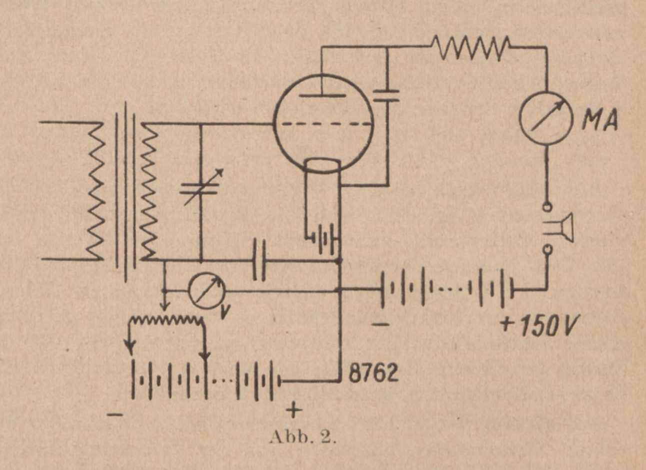


Abb. 2.

Wege für den Telefunken-Kopfhörer auf — 11 Volt ermitteln, so daß dieser Wert bei der Messung der Sender-Amplituden in Rechnung gestellt werden muß.

An dieser Stelle muß auf eine Fehlerquelle aufmerksam gemacht werden. Schaltet man nämlich den Gleichrichter durch maximale Vorspannung oder noch besser durch Ausdrehen der Heizung oder Entfernen der Röhre aus, so kann bei sehr starken Sendern der Fall eintreten, daß in dem an normaler Stelle in der Anodenleitung der jetzt fehlenden letzten Röhre liegenden Kopfhörer der Sender leise, aber klar, hörbar bleibt. Diese Erscheinung tritt nur dann auf, wenn bereits die vorhergehende (III.) Zwischenfrequenzröhre übersteuert ist und gleichrichtet, wobei dann die bereits hier auftretende Tonfrequenz über die Anodenbatterie auf das eben außerordentlich empfindliche Telephon fortgeleitet wird. Sofern man diese Fehlerquelle kennt, läßt sie sich praktisch bei der Messung leicht ausscheiden, da beim Aufsuchen der kritischen Vorspannung für einen Sender die letzten von der Meßröhre selbst gleichgerichteten Empfangsreste kratzend und unrein klingen und sich damit sofort von den genannten musikalisch völlig reinen Tönen unterscheiden lassen.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß sich auf diesem Wege die Amplitude des unbesprochenen Senders natürlich nicht bestimmen läßt und die gefundenen Werte erheblich von der Größe der fortwährend schwankenden Modulation abhängen. Schon deshalb muß bei einer Bewertung der tatsächlichen Scheitelwerte der Hochfrequenzamplituden eine nicht geringe Fehlergrenze in Rechnung gestellt werden, die jedoch aus naheliegenden Gründen eher nach oben als nach unten auszudehnen ist. Geht man mit der Vorspannung nach der Messung um einen relativ geringen Betrag zurück, dann ist meist der Sender wieder laut und deutlich hörbar, so daß die starken Sender z. B. im Empfänger des Verfassers z. B. noch bei etwa — 100 Volt Gittervorspannung klangrein empfangen werden können, was zunächst überrascht. Andererseits fand sich aber stets für einen noch so starken Sender schließlich doch eine Vorspannung, die ihn völlig zum Verschwinden brachte, was für den Ausschluß etwaiger Fehlerquellen von Wichtigkeit ist.

Für den vorliegenden Zweck, wo es neben der Gewinnung eines ungefähren Überblickes in der Hauptsache auf Vergleichsresultate ankommt, genügt es, wenn man diese Messungen, wie oben angedeutet, zu einer Zeit vornimmt,

[10]) Hagemann, Dr. W.: Messungen an Hochfrequenzkreisen, „Funk-Bastler", Jahr 1927, Heft 5, S. 81.
[11]) Hamm, Dipl.-Ing., Dr.: Telegraphen- und Fernsprechtechnik, August 1923.
[12]) Orlich: Kapazität und Induktivität.

wo die Modulation als einigermaßen konstant angesehen werden kann, wie es bei dem Vortrag eines berufsmäßigen Ansagers oder noch besser bei einem Pausenzeichen der Fall ist. Obwohl das Röhrenvoltmeter an sich in erster Linie zur Messung sehr geringer Wechselspannungen geeignet ist, gestattet es doch die Bestimmung auch höherer Werte. In der gezeichneten Weise läßt sich sein Prinzip praktisch in jedem Empfänger nach einem kleinen Umbau verwenden, und gibt damit dem Bastler ein einigermaßen einfaches Mittel an die Hand, die Leistung seines Empfängers objektiv zu messen und nicht mehr nur mit dem bekanntlich trügerischen Ohr abzuschätzen.

*

Auf dem beschriebenen Wege ergab sich zunächst das überraschende Resultat, daß die Amplitudengröße der im vierten Gitterkreis induzierten Spannungen Werte von 150 Volt überschreitet! Um Fehlerquellen auszuschließen, wurden diese Spannungen mittels eines normalen Röhrenvoltmeters nochmals nachgemessen, das völlig getrennte eigene Batterien besitzt und von außen lediglich mit den Enden der vierten Sekundärspule verbunden wurde[13]). Die Ergebnisse stimmten befriedigend überein.

Auf diesem Wege ließ sich ferner durch Abschalten einzelner Zwischenfrequenzstufen aus der Spannungsdifferenz leicht der Verstärkungsfaktor der einzelnen Stufen bestimmen, indem bei den vorderen Stufen jeweils stärkere Sender und für die Filterstufe schließlich der Ortssender als Tastobjekt gewählt wurden. Es ergab sich dabei für eine Kaskade aus Radix-Transformern mit geschlossenem Kern und drei Röhren Valvo H 406 (ein Jahr dauernd im Betrieb) in allen drei Zwischenfrequenz-Hochfrequenzstufen eine elffache Spannungsverstärkung; bei der dritten Stufe aber nur dann, wenn bei ihrer Untersuchung der Empfang eines fernen schwachen Senders verwendet wurde. In der Tat ergaben sich bei starken Sendern bereits im Gitterkreis der dritten Röhre derartig hohe Amplituden, daß die genannte Röhre sie von vornherein nicht verarbeiten konnte und übersteuert werden mußte, was sich dann durch Einschaltung des Telephones in ihre Anodenleitung aus der bereits hier eintretenden Gleichrichtung nachweisen ließ. Die Spannungsverstärkung sank in diesen Fällen bis auf das Zweifache herab. Erst als an dieser Stelle eine sehr starke Röhre (Valvo L 414) verwendet wurde, verschwand diese „parasitäre" Gleichrichtung, und die Spannungsverstärkung behielt auch bei starken Sendern die genannte Höhe.

Damit war nach langen Versuchen der Weg für den im folgenden Abschnitt zu beschreibenden Gleichrichter geebnet, und es ließ sich ferner zeigen, daß die in dem eingangs referierten Aufsatz angenommene Minderleistung der dritten Zwischenfrequenzstufe nur dann zu konstatieren ist, wenn an dieser Stelle eine den hier sehr hohen Anforderungen nicht mehr gewachsene Röhre verwendet wird.

Im folgenden sind die Ergebnisse einer derartigen Messung wiedergegeben, deren Werte jedoch mit der oben dargelegten Reserve betrachtet werden müssen.

In der Zwischenfrequenz arbeiteten zwei Valvo H 406 und eine L 414 bei voller Heizung, 150 Volt Anoden- und — 4 bis — 6 Volt Gittervorspannung. Als Meßröhre diente im Gleichrichter eine Valvo A 408 bei 150 Volt Anodenspannung. Bei dieser E_a liegt, wie bereits erwähnt, die kritische Vorspannung dieser Röhre für die Benutzung eines Telefunken-Kopfhörers bei — 11 Volt; dieser Wert wurde von den negativen Vorspannungen abgezogen, die zur völligen Unterdrückung des betreffenden Senders erforderlich waren.

[13]) Für diese Nachprüfung sowie für die Förderung der mitgeteilten Versuche durch ständige freundschaftliche Kritik bin ich Herrn Dipl.-Ing. Dr. Hamm zu herzlichem Dank verpflichtet.

Empfangstag: 4. November 1928. (Empfangslage wenig günstig.) Zeit 22.00—22.40 Uhr.

Sender	Amplitude im IV. Gitterkreis Volt ±	Sender	Amplitude im IV. Gitterkreis Volt ±
Budapest . . .	150	Frankfurt . . .	160
Mailand . . .	94	Kattowitz . . .	185
München . . .	110	Frederikstadt .	74
Wien 517 m .	160	Bern	122
Brüssel	58	Toulouse . . .	125 (!)
Aberdeen . .	36	Stuttgart . . .	140
Daventry II . .	110	London 362 m .	18
Langenberg . .	112	Zeesen(3.St.übersteuert) 1860 m	194—200
Rom	140		

Als Rahmen diente dabei der Vogel-Universal-Rahmen. Wurde eine Ledionspule als Antenne verwendet, so gab Frankfurt eine Amplitudengröße von 6 Volt. Durch Anziehen der Rahmenrückkopplung ließen sich die obigen Werte noch weiter steigern.

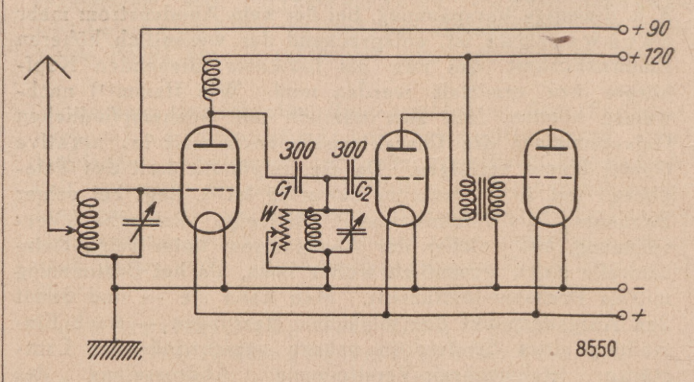
Aus der Höhe dieser Zahlen läßt sich sofort ersehen, daß es von vornherein ein müßiges Unterfangen darstellen muß, einen beliebigen guten Transponierungsempfänger mit einem anderen lediglich auf Grund von Empfangsresultaten — und sei es auch an kleinsten Antennen — zu vergleichen. Die Hochfrequenzverstärkung z. B. des hier zugrunde liegenden Empfängers ist so groß, daß er, rein äußerlich an der Reichweite gemessen, hoffnungslos in den undurchdringlichen Spiegel der Dauerstörungen eintaucht, und diese natürliche Grenze jeden Fernempfanges laut zu Gehör bringt, ohne in sie eindringen zu können.

Diese Werte zeigen damit, daß für bescheidene Ansprüche ein kleinerer Zwischenfrequenzverstärker ausreichen dürfte, dieses aber nur dann, wenn die Röhren tatsächlich ihre volle Leistung hergeben und vor allem hinter ein hochwertiges Transponierungssystem gelegt werden. Liegt aber bereits dort eine Minderleistung vor, oder sind sonstige Fehlerquellen vorhanden, dann sinkt nach den Erfahrungen des Verfassers die Gesamtleistung derartig ab, daß eine vierte Zwischenfrequenzstufe dem unglücklichen Bastler zum Retter werden dürfte. (Ein zweiter Aufsatz folgt.)

Einfache Schirmgitterschaltung.

Nach Amateur Wireless 13. 178. 1928/Nr. 323, 18. August.

Eine einfache Schirmgitterschaltung teilt Amateur Wireless mit (vgl. Abbildung), die sich von den üblichen Schaltungen mit Schirmgitteröhren dadurch unterscheidet, daß keine Abschirmung der Schirmgitterstufe vorgesehen ist. Die Selbsterregung von Schwingungen in der ersten Röhre wird da-



durch verhindert, daß parallel zum Kreis C L, der sowohl als Anodenkreis der ersten als auch als Gitterkreis der zweiten Röhre anzusehen ist, ein Dämpfungswiderstand W parallel geschaltet ist. Im Anodenkreis der Schirmgitterröhre liegt eine Hochfrequenzdrossel D. Der Schwingungskreis C L ist sowohl mit der Anode der ersten Röhre als auch mit dem Gitter der zweiten Röhre durch je einen Kondensator C_1 und C_2 von je 300 cm gekoppelt. *Dr. C. Lübben.*

Fernsehen

Eine allgemeine Orientierung.

Von

Dr. W. Kesseldorfer.

I. Wo stehen wir heute mit dem „Fernsehen"?

„Fernsehen" ist das große Schlagwort unserer Zeit geworden. In allen Ländern sind die Erfinder an der Arbeit. Pressenachrichten melden von dort und da bereits vollendete Tatsachen. Auf jeder Funkausstellung werden Apparate vorgeführt, und da — — beginnt auch meist schon die Enttäuschung. Was man da zu sehen bekommt, ist meist noch sehr weit von unserem Traum des Fernsehens entfernt, so daß viele die Hoffnung aufgeben, noch zu ihren Lebzeiten diesen Traum verwirklicht zu sehen.

Rücken wir die Tatsachen an ihre richtige Stelle. Wo stehen wir nun wirklich? Am Anfang des Fernsehens, an einem sehr schönen Anfang, an dem wir, wenn wir einmal von den Erfolgen der allerletzten Zeit absehen, freilich schon ziemlich lange, nämlich seit ungefähr 40 Jahren stehen. In den letzten zwei Jahren sind jedoch die praktischen Ergebnisse erheblich größer gewesen als in den vorhergehenden 40 Jahren zusammengenommen. Das Fernsehen ist heute noch nicht ganz auf dem Stand angelangt, auf dem das Kino etwa um die Jahrhundertwende stand. Damit sagt man sicher weder zuviel noch zuwenig. Die Bilder, bewegte oder unbewegte, die wir heute fernsehen, sind noch sehr lichtschwach und außerordentlich undeutlich, viel undeutlicher als die Bilder in Tageszeitungen auf sehr grobem Papier. Immerhin — man kann bereits die Gesichtszüge von Menschen, die an einem entfernten Ort am Sender stehen oder sich bewegen, notdürftig erkennen, und man kann die B e w e g u n g e n s e h e n.

Wenn die Entwicklung in demselben Tempo weitergeht wie in den letzten zwei Jahren, so können wir wohl Hoffnung haben, vielleicht in zehn Jahren mit dem Fernsehen wirklich so weit zu sein, wie wir technisch heute mit dem Kino sind. Vielleicht — vielleicht dauert's aber doch noch etwas länger. Gleichwohl — das Fernsehen wird kommen, und es ist daher sicher berechtigt, die technischen Grundprinzipien des Fernsehens, wie sie sich uns heute in den verschiedenen Systemen darstellen, möglichst gemeinverständlich erörtern zu wollen. Und da das Problem so viele technische Fragen in sich schließt, die nicht allen ganz geläufig sind, so habe ich mir vorgenommen, das Problem so anschaulich wie möglich darzustellen unter Zugrundelegung ganz alltäglicher Erscheinungen.

II. Die physikalischen Vorgänge des Sehens.

Die Grundbegriffe und Elemente des Fernsehens.

1. D a s S e h e n: Wenn man an das Problem des Fernsehens herangehen will, muß man sich notgedrungen vorher kurz Rechenschaft geben über den Vorgang des Sehens an sich. Die Abb. 1 soll dazu dienen, diesen Vorgang zu erklären. Die von einem Gegenstand reflektierten Lichtstrahlen dringen durch die Pupille in das Innere des menschlichen Auges, das eine Dunkelkammer darstellt. Die Linse hinter der Pupille sammelt die Lichtstrahlen und wirft ein verkleinertes Bild des Gegenstandes auf die Netzhaut. Diese ist über den ganzen rückwärtigen Teil des Augapfels ausgebreitet und besteht aus unendlich vielen einzelnen Elementen, den sogenannten Sehstäbchen. Die Stäbchen enthalten eine lichtempfindliche Substanz — den Sehpurpur —, der in ähnlicher Weise wirkt wie der Belag einer photographischen Platte. Sobald das Sehstäbchen von einem Lichtstrahl getroffen wird, verändert sich die chemische Zusammensetzung des Sehpurpurs und bringt durch diese Veränderung eine besondere Wirkung, sagen wir einmal einen elektrischen Strom hervor. Dieser „Strom" wird von dem Nervenfaden, der zu dem Stäbchen gehört, einer bestimmten Gehirnzelle zugeführt. Die Zelle meldet, daß der winzige Punkt der Netzhaut, auf dem das dazugehörige Stäbchen sitzt, von einem hellen oder dunklen, einem grünen oder roten usw. Lichtstrahl getroffen wurde.

Der Sehpurpur unterscheidet sich von dem Belag einer photographischen Platte aber sehr wesentlich dadurch, daß er imstande ist, sich in allerkürzester Zeit, nämlich in $^1/_{10}$ Sekunde zu regenerieren, so daß er nach dieser $^1/_{10}$ Sekunde sich aufs neue zersetzen, d. h. einen neuen Lichtstrahl aufnehmen und übertragen kann.

2. D i e Z e r l e g u n g e i n e s B i l d e s i n B i l d p u n k t e: Die einzelnen Sehstäbchen sind so winzig klein und sitzen so dicht beieinander, daß uns trotz der Zusammensetzung des Bildes auf der Netzhaut aus Bildpunkten der gesehene Gegenstand ganz einheitlich erscheint, d. h. daß wir nichts von den einzelnen Bildpunkten merken.

Alle bekannten und derzeit vorstellbaren Systeme des Fernsehens fußen auf der Tatsache, daß sich das menschliche Auge in gewissen Grenzen auch täuschen läßt. Wenn man ein Bild aus sehr vielen kleinen Bildpunkten zusammensetzt, so erscheint dem menschlichen Auge das Bild einheitlich. Erst bei sehr genauem Hinsehen oder mit Hilfe einer Lupe erkennt man die einzelnen Bildpunkte. Die Bilder von Personen oder Gegenständen, besonders auch die Reproduktionen von Photographien in einem Buch oder in einer Zeitschrift, sind aus Bildpunkten zusammengesetzt, die mancher bisher vielleicht überhaupt noch nicht bemerkt hat. Auf feinem Papier werden meist auf 1 mm² $5 \times 5 = 25$ Bildpunkte, auf grobem Zeitungspapier oft nur $2 \times 2 = 4$ untergebracht. Die drucktechnische Zerlegung der Bilder in Bildpunkte geschieht mit Hilfe eines Rasters. Für feines Papier wird ein feiner Raster zur Anfertigung der Bildstöcke verwendet (z. B. 50—100 Rasterlinien auf die Länge von 1 cm), für grobes Papier werden grobe Raster (z. B. 20 Linien auf 1 cm Länge) verwendet.

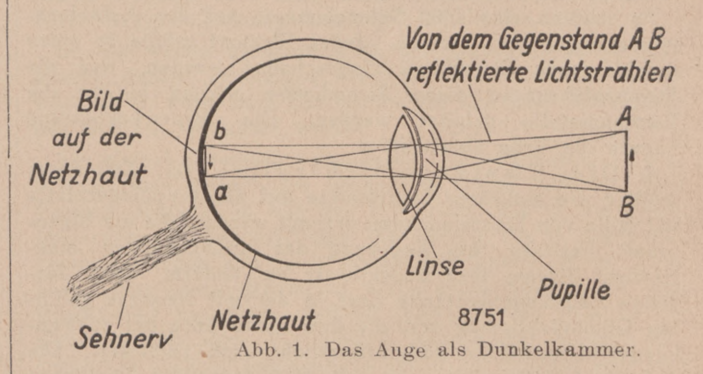


Abb. 1. Das Auge als Dunkelkammer.

Man kann fürs erste beim Fernsehen nur mit der allergröbsten Zerlegung der Bilder in Bildpunkte rechnen, die keine Feinheiten des Bildes herausbringt. Wenn man ein Bild von der Größe 5×5 cm $= 25$ cm² $= 2500$ mm² als fernzusehendes Bild zugrunde legt, so kann man bei dessen Zerlegung in 2500 Bildpunkte auf jedem Quadratmillimeter gerade einen Bildpunkt unterbringen. 2500 Bildpunkte in die Ferne zu übertragen ist aber, wie später noch gezeigt wird, schon keine leichte Aufgabe und streift an die Grenze des heute technisch Möglichen.

3. D i e l i c h t e m p f i n d l i c h e A u f n a h m e z e l l e: Wenn man mit einem Fernsehsender auch nur diese 2500 Bildpunkte gleichzeitig erfassen wollte, so müßte man

jeden Bildpunkt auf der Aufnahmeplatte (z. B. in einer photographischen Kamera) mit einer lichtempfindlichen Zelle versehen, die ähnliche Eigenschaften besitzt wie der Sehpurpur im menschlichen Auge. Man besitzt nun in der modernen Technik bereits ein solches Element, das auf Lichteindrücke sehr rasch reagiert und sich auch sehr rasch wieder regeneriert: Der Engländer Willougby Smith

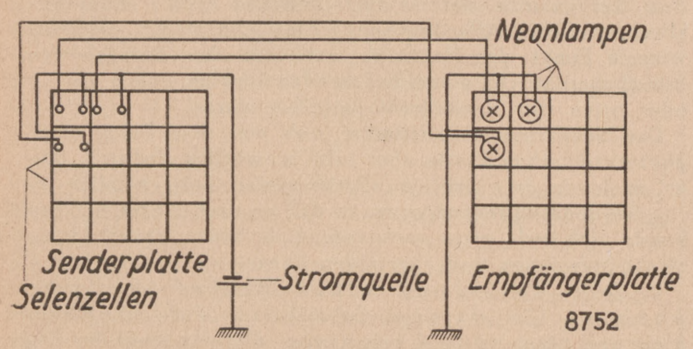


Abb. 2. Schema der gleichzeitigen Übertragung aller Lichtpunkte eines Bildes bzw. eines reflektierten Gegenstandes.

hat im Jahre 1873 durch Zufall entdeckt, daß das chemische Element Selen seine elektrische Leitfähigkeit verändert, wenn es belichtet wird.

Es müßten also 2500 Selenelemente auf der Aufnahmeplatte angebracht werden. Jedes Element müßte in einen geschlossenen Stromkreis eingeschaltet werden, und die Stromzuführungen dieser Stromkreise müßten bis an die Empfangsstelle geleitet werden. Die Stromrückführung könnte die Erde übernehmen.

4. Die Empfängerlichtzelle: Im Empfänger müßten die einzelnen Lichtpunkte auf der Empfängerplatte mit Hilfe von Lichtelementen erzeugt werden, die die Eigenschaft besitzen, bei Änderung des ankommenden elektrischen Stroms ihre Leuchtkraft zu ändern. Eine derartige Empfängerlichtzelle liegt in der mit Neongas gefüllten Glimmlichtlampe vor, die ihre Lichtstärke bei schwankender Stromstärke außerordentlich rasch verändert. Die Aufnahmeplatte müßte also mit 2500 derartigen Lämpchen besetzt werden.

5. Für die gleichzeitige Übertragung aller Lichtpunkte eines Bildes verfügt die Technik also tatsächlich über alle nötigen Elemente. Das Schema einer derartigen Anordnung ist in Abb. 2 wiedergegeben. Leider scheitert die Durchführung des Systems an den ungeheuren Kosten, die durch den Aufbau der Sender- und der Empfängerplatten, besonders aber durch die Leitungsführung entstehen würden. Auch an drahtlose Übertragung ist wegen der großen Anzahl der Einzelelemente, die alle gesondert übertragen werden müßten, nicht zu denken.

III. Das Prinzip des Fernsehens.

Die Erfassung aller Bildpunkte einer Fläche zu gleicher Zeit ist also praktisch unmöglich, d. h. die erforderlichen Geräte wären so umfangreich und teuer, daß man sie praktisch nicht bewältigen könnte. Man mußte also einen anderen Weg beschreiten, nämlich den der Erfassung der Bildpunkte in zeitlicher Hintereinanderfolge, zu dem uns Nipkow bereits im Jahre 1884 ein besonders praktisches Hilfsmittel angegeben hat.

1. Die Bildzerlegung: Es soll ein Bild, z. B. eine Photographie, in die Ferne übertragen werden, so daß man das Bild am Empfangsort z. B. auf einer Mattscheibe sehen kann; und wenn man im Sender dieses Bild gegen ein anderes auswechselt, so soll auch auf der Mattscheibe im Empfänger zur gleichen Zeit dieses andere Bild zu sehen sein. Das wäre dann keine Bildübertragung mehr, sondern richtiges Fernsehen und die Voraussetzung dafür, bewegte Bilder bzw. Handlungen fernzusehen.

Befestigt wird am Sendeort das Bild an der Rückwand einer Dunkelkammer (siehe Abb. 3); die Kammer wird vorn mit einem Deckel verschlossen, der ein viereckiges Loch besitzt. Die Dunkelkammer setzt man nun in einen dunklen Raum. An der Rückwand des dunklen Raumes baut man eine große Sammellinse ein, deren Brennpunkt hinter einen Spiegel fällt, der vor dem viereckigen Loch der Dunkelkammer sitzt. Wenn nun hinter der Linse, also in einem anschließenden Raum, eine starke Lichtquelle steht, so kann man mit dem Spiegel den Brennpunkt wie einen einzigen Lichtstrahl hinlenken, wohin man will. Wir haben das in unserer Jugend zum Ärger unserer Lehrer mit den Sonnenstrahlen oft gemacht. Hier wird nun der Brennpunkt durch das viereckige Loch auf das Bild gelenkt und belichtet dort einen winzigen Punkt: den Bildpunkt. So kann nacheinander der Lichtstrahl das ganze Bild mit, sagen wir, 1000 bis 10 000 Bildpunkten abtasten. Wenn er links oben, wie beim Schreiben, anfängt und nach rechts geht, dann etwa im Abstand von 1 mm unter dieser eben durchfahrenden Linie nach links zurückkehrt und wieder 1 mm tiefer nach rechts usw., so bestreicht er das ganze Bild.

2. Das elektrische Auge: Es müßte nun ein „Auge" vorhanden sein, das die einzelnen Bildpunkte nacheinander „sehen" kann. Das menschliche Auge tut dies; in ihm reflektiert sich die Helligkeit jedes einzelnen vom Lichtstrahl getroffenen Punktes. Das hilft uns aber zur Übertragung nichts; wir müssen in den Kasten ein elektrisches Auge einsetzen, das die von den einzelnen Bildpunkten reflektierten Helligkeitswerte sieht und auch weitergibt. Ein solches elektrisches Auge — die Photozelle — besitzen wir in der Selenzelle. Man baut diese Zelle also im Inneren des schwarzen Kastens in die Vorderwand ein. Der Helligkeitswert jedes Bildpunktes, der vom Lichtstrahl getroffen wird, wird durch die Photozelle als entsprechende Stromschwankung angezeigt. So gering diese Stromschwankung sein mag, es genügt vollständig, wenn sie nur überhaupt da ist, denn die moderne Technik hat Mittel genug, um geringste Stromschwankungen genügend zu verstärken. Der Vielröhrenverstärker des Rundfunkempfangsgerätes hat z. B. auch nichts anderes, als daß er unendlich geringe Ströme 1000 oder 1 000 000 mal verstärkt.

3. Das Abtasten des Bildes: Die ganze Bildfläche wird nun, indem man sie gewissermaßen mit dem

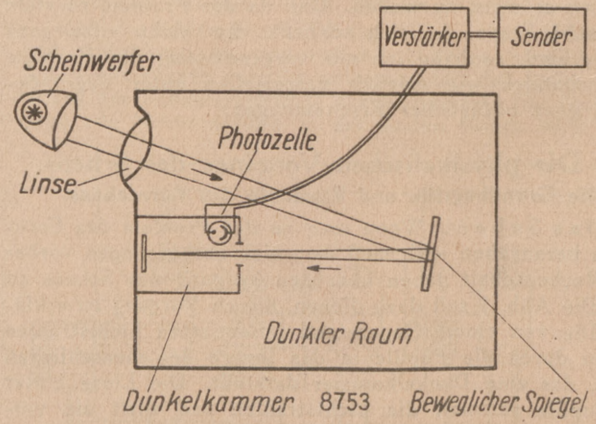


Abb. 3. Sendeapparat.

Lichtstrahl in engster Schrift von oben bis unten beschreibt, abgetastet; hintereinander werden die Helligkeitswerte jedes Bildpunktes als Stromschwankungen oder als entsprechende Stromstärken „gesendet".

Der Spiegel muß natürlich sehr schnell bewegt werden, denn das Abtasten des ganzen Bildes muß in $^1/_{10}$ Sekunde geschehen, damit man wieder von vorn anfangen kann, d. h. das ganze Bild muß mindestens zehnmal in der Sekunde abgetastet werden.

4. Das Zusammensetzen des Bildes: Die auf die Wanderschaft geschickten Stromschwankungen, die genau der Helligkeit der vom Lichtstrahl getroffenen Bildpunkte entsprechen, sollen am Empfangsort in Lichtschwankungen umgesetzt und auf die Empfängerplatte der Reihe nach so hingesetzt werden, daß ihre Gesamtheit für das menschliche Auge den Eindruck des ganzen Bildes hervorruft. Das ist nicht so schwer zu verstehen, wie es im ersten Moment aussieht. Wir wissen bereits, daß es eine Lichtquelle gibt, die auf Schwankungen der an sie angelegten Spannungen bzw. des sie durchfließenden Stromes fast augenblicklich durch entsprechende Schwankungen in ihrer Helligkeit reagiert. Das ist z. B. die Neonlampe. Man sammelt nun die Strahlen einer derartigen Neonlampe durch eine Linse (siehe Abb. 4) und läßt sie auf einen Spiegel fallen. Nun wird dasselbe Spiel mit dem Spiegel wie im Aufnahmegerät wiederholt. Mit dem vom Spiegel zurückgeworfenen Brennpunkt der Lichtstrahlen wird die Aufnahmeplatte genau in derselben Weise wie im Sender das Bild „abgetastet" und Lichtpunkt nach Lichtpunkt bzw. Lichtpunktzeile nach Lichtpunktzeile auf diese Platte „geschrieben".

5. Synchronlauf: Mit dem Beschreiben der Aufnahmeplatte muß man genau in demselben Moment links oben anfangen, in dem mit dem Beschreiben des aufzunehmenden Bildes am Sendeort begonnen wird. Ferner muß dieselbe Bewegung genau in derselben Zeit mit den beiden Spiegeln am Sendeort und Aufnahmeort ausgeführt werden. Also auch die Empfängerplatte muß immer in $^1/_{10}$ Sekunde restlos von oben bis unten im Zickzack abgetastet sein. Dann ist es selbstverständlich, daß jeder im Sender abgetastete Bildpunkt genau in seiner Helligkeit, genau an derselben Stelle auf der Empfängerplatte erscheinen muß wie beim Sender. Jeder Punkt wird einfach durch den Abtastlichtstrahl im Sender weggeholt, in unendlich kurzer Zeit, die man praktisch gleich Null setzen kann, an den Empfangsort gebracht und durch den Empfängerlichtstrahl auf die Empfängermattscheibe genau an die richtige Stelle hingesetzt. Man nennt den absoluten Gleichlauf der beiden Spiegel Synchronismus. Die Technik verfügt auch hier über genügend Mittel, um zwei Maschinen, die an verschiedenen Orten aufgestellt sind, in Synchronismus zu bringen und sie

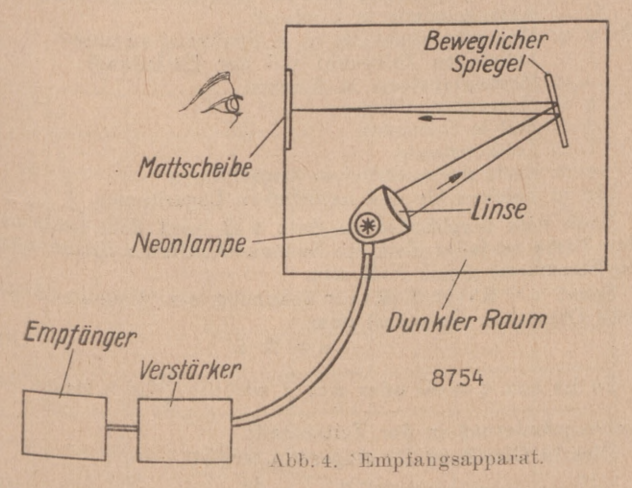


Abb. 4. Empfangsapparat.

in diesem zu erhalten. Die Synchronisierung kann auch drahtlos erfolgen.

6. Die Trägheit des menschlichen Auges: Das Bild muß in $^1/_{10}$ Sekunde abgetastet werden, weil das menschliche Auge gerade so träge ist, daß es einen Lichteindruck $^1/_{10}$ Sekunde bewahrt. Wiederholt sich derselbe Lichteindruck nach $^1/_{10}$ Sekunde, oder noch besser, nach $^1/_{15}$ Sekunde, so hat das Auge das Empfinden, als ob die Belichtung überhaupt nicht unterbrochen gewesen wäre. Wäre z. B. die Bildfläche im Sender ganz weiß, so würde die ganze Fläche im Empfänger nur mit hellen Punkten besetzt werden, und das Auge würde eine einzige, einheitlich belichtete, helle Fläche sehen, trotzdem der Brennpunkt der Linse vor der Neonlampe jeden Punkt in jeder Sekunde nur zehnmal für die Zeit von $^1/_{10000}$ bis $^1/_{100000}$ Sekunde trifft. Es ist so, wie wir als Kinder mit einem glühenden Zündholz im Kreis herumfuhren und für unsere Augen wirklich einen

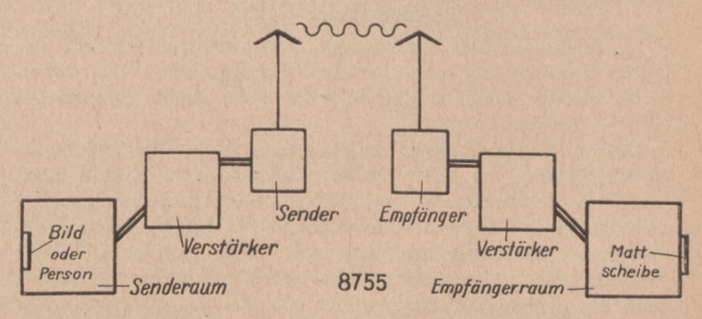


Abb. 5. Schema der drahtlosen Fernübertragung von unbewegten oder bewegten Bildern.

vollen leuchtenden Kreis damit hervorbrachten, wenn wir schnell genug drehten. Wenn einer geschickt genug und so schnell sein könnte, daß er mit einem glühenden Zündholz in $^1/_{10}$ Sekunde 1000mal im Zickzack eine Fläche durchfahren könnte, so würde diese durchfahrene Fläche für unser Auge vollständig beleuchtet erscheinen.

Ebenso würde unserem Auge die Empfängerplatte vollständig dunkel erscheinen, wenn die Senderplatte schwarz wäre, d. h. wenn kein Lichtstrahl auf das elektrische Auge des Senders reflektiert würde.

So einfach erscheint theoretisch das Fernsehen. Was braucht man dazu? Ich wiederhole (siehe Abb. 5): Eine Camera obscura, in der das Bild sitzt, das in die Ferne übertragen werden soll, oder die Person, die in der Ferne gesehen werden soll; eine starke Lichtquelle, deren Licht durch eine Linse gesammelt wird; einen Spiegel, der den Brennpunkt der Linse auffängt und auf das Bild in der Kamera wirft; eine Vorrichtung, welche den Spiegel sehr schnell in Zickzackbewegungen erhält, so daß der aufs Bild geworfene Brennpunkt dieses von oben bis unten 10mal in der Sekunde abtastet; das elektrische Auge, auf das jeder belichtete Bildpunkt reflektiert wird, und das jede Belichtung augenblicklich mit einer entsprechenden Stromschwankung des Stromkreises beantwortet, in den es geschaltet ist; einen Verstärker in Form eines Rundfunkempfängers; einen Sender wie der einer Rundfunksendestation. Das wäre die Senderseite.

Auf der Empfängerseite ist ein Empfangsgerät, das die ankommenden Stromschwankungen auffängt und verstärkt; in dessen Endstufe, dort, wo sonst der Lautsprecher angeschaltet ist, eine Neonlampe mit einer Sammellinse; ein Spiegel, der vollständig synchron mit dem Senderspiegel läuft; schließlich die Aufnahmeplatte, auf die der Brennpunkt der Sammellinse in rasender Geschwindigkeit im Zickzack geworfen wird. Das Bild steht, d. h. ich meine natürlich nur, auf der Platte erscheint fast flimmerfrei das ganze Bild, das wir in der Camera obscura haben. Ist es ein lebendiges Bild, ein abrollender Kinofilm oder ein Mensch in eigener Person, der sich bewegt, so macht auch das Bild auf der Empfängerplatte die Bewegung mit. Größere bewegte Handlungen brauchen wir nur in der Kamera einzufangen wie mit einem photographischen Apparat und auf die Sendeplatte zu werfen, dann können wir auch fernes Geschehen sehen.

Die praktische Durchführung des einfachen Prinzips geht jedoch vielfach ganz andere Wege, mußte ganz andere Behelfe suchen als die, die hier aufgeführt sind. Aber zum Verständnis des Prinzips war es notwendig, dieses an einfachen Mitteln zu erklären. (Fortsetzung folgt.)



Wie prüfe ich meine Kondensatoren?

Ein einfaches Meßgerät zur Prüfung des Isolationswiderstandes von Kondensatoren.

Von

Dipl.-Ing. J. Keßler.

Allgemeiner Teil.

Im folgenden soll ein Meßgerät beschrieben werden, das unter Verwendung von wenigen Zubehörteilen, die ernsthafte Bastler meist schon besitzen, sehr leicht herzustellen und zu bedienen ist.

Dieses Meßgerät soll hauptsächlich dazu dienen, Blockkondensatoren von 0,05 ÷ 4 Mikrofarad, die im Handel, auch aus alten Postbeständen, sehr billig zu erhalten sind, auf ihre funktechnische Eignung zu prüfen, z. B. darauf, ob der betreffende Kondensator noch als Gitterkondensator für Widerstandsverstärker brauchbar ist (dies ist der Fall, wenn sein Isolationswiderstand größer als 100 Megohm ist), oder ob er noch geeignet ist zur Überbrückung von Anodenbatterien (das ist der Fall, wenn sein Isolationswiderstand größer als 10 Megohm ist) [1]).

Auch für die Ermittlung des Wertes der Widerstandsgröße von Hochohmwiderständen von 1 bis 100 Megohm kann das Meßgerät verwendet werden. Ferner lassen sich Isolationswiderstände von Kondensatoren etwa zwischen 1 und 300 Megohm bestimmen. Der angegebene Meßbereich hängt jedoch von der Größe der Kapazität des zu untersuchenden Kondensators ab.

Das Verfahren, das den Messungen zugrunde liegt, beruht darauf, daß ein Kondensator einige Zeit braucht, um sich über einen Widerstand zu entladen, wenn ihm vorher auf irgendeine Weise eine gewisse Ladung zugeführt worden ist. Eine mathematische Untersuchung dieses Entladungsvorganges, die der Vollständigkeit halber in einem kleinen theoretischen Teile folgt, zeigt, daß diese Zeit gleich dem siebenfachen Produkte aus Kapazität (gemessen in Farad) und Widerstand (gemessen in Ohm) ist.

Erstes Beispiel:

$C = 4\,\mu F = 4 \cdot 10^{-6}$ Farad,

$R = 3$ Megohm $= 3 \cdot 10^{+6}$ Ohm; somit

$T = CR = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{+6} = 12.$

a) Die Spannung ist daher praktisch nach $t = 12 \times 7 = 84$ Sekunden-Null.

b) Bis auf 5. v. H. ist die Spannung nach $t = 12 \times 3 = 36$ Sekunden gesunken.

Zweites Beispiel:

$C = 0{,}1\,\mu F,$

$R = 10$ Megohm,

$T = CR = 0{,}1 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{+6} = 1.$

a) Die Spannung wird praktisch Null nach $1 \times 7 = 7$ Sek.

b) Auf 5 v. H. des Anfangswertes ist sie nach $1 \times 3 = 3$ Sek. gesunken.

Zur Messung der jeweiligen Spannung bzw. Spannungslosigkeit des Kondensators sind nur Spannungsmesser brauchbar, die einen beinahe unendlich großen inneren Widerstand besitzen. Zu diesen zählen auch die Röhrenvoltmeter (in diesem Falle zu Gleichspannungsmessungen verwendet)[2]), da der Gitterwiderstand einer Röhre bei negativer Vorspannung außerordentlich groß ist. Letzteres ist aber nur dann der Fall, wenn die Röhre ein sehr gutes Vakuum besitzt; bei verspiegelten Röhren (ohne Gasfüllung!) liegen diese Verhältnisse meist vor.

Bei der Messung nach dem ersten Verfahren (siehe auch später) spielt die Anfangsspannung keine große Rolle, da nur der Zeitpunkt festgestellt werden soll, an dem die Kondensatorspannung praktisch gleich Null geworden ist. An dieser Stelle soll bemerkt werden, daß der Isolationswiderstand von festen Körpern auch von der Meßspannung mehr oder weniger abhängt, was aber fernerhin außer Betracht gelassen werden soll und muß. Bei dem zweiten Meßverfahren dagegen muß auch die Anfangsspannung festgestellt werden; ferner auch der Zeitpunkt, an dem die Spannung auf den zwanzigsten Teil ihres Anfangswertes gesunken ist. Die Anfangsspannung ist aber einfach gleich der Spannung der „Ladebatterie" (L B in Abb. 1 und 2), die mit einem genauen Voltmeter leicht festgestellt werden kann.

Falls noch eine frische „Anodenbatterie" als Ladebatterie verwendet wird, kann man sich genügend genau nach den Spannungsbezeichnungen an den einzelnen Buchsen richten.

Den Zeitpunkt, an dem die Spannung auf 5 v. H. ihres Anfangswertes gesunken ist, bestimmt man mit Hilfe des Meßinstrumentes im Anodenkreis der Röhre, das zu diesem Zweck auf einfache Weise vorher geeicht werden muß.

Theoretischer Teil.

Bastler, denen die mathematischen Grundlagen fehlen, können diesen Absatz überspringen, da er zur Ausführung der Messung nicht nötig ist.

In einer Schaltungsanordnung, die Abb. 1 zeigt, wird die Taste Ta. gedrückt, dadurch wird der Kondensator C von der Batterie L B auf eine Spannung U aufgeladen. Wird die Taste losgelassen, entlädt sich der Kondensator über den Widerstand R. (Den Isolationswiderstand eines Kondensators kann man sich für diese Betrachtungen durch einen gleichgroßen, dem Kondensator parallel geschalteten Widerstand R_c, ersetzt denken.)

In der folgenden Rechnung bedeuten:

- C = Kapazität in Farad
- R = Widerstand in Ohm
- U = Anfangsspannung in Volt
- Q = Anfangsladung in Coulomb
- u = Momentanspannung (d. h. Spannung zu einem beliebigen Zeitpunkt bei der Entladung)
- i = Momentanstrom in Ampere
- q = Momentanladung
- t = Zeit in Sekunden
- T = Zeitkonstante
- e = Basis der natürlichen Logarithmen
- ln = Zeichen für den natürlichen Logarithmus.

Nach dem Kirchhoffschen Satz muß nach dem Loslassen der Taste zu jeder Zeit die Summe sämtlicher Spannungen im Stromkreis gleich Null sein.

Somit $u + R \cdot i = 0$ ($R \cdot i$ = Spannung am Widerstand gemäß Ohmschen Gesetzes) oder

$$-u = R \cdot i. \qquad (1)$$

Es ist nun $q = uC$ oder $u = \frac{q}{C}$ und $i = \frac{dq}{dt}$ (d. h. gleich der Ladungsänderung in der Zeiteinheit).

Dies in Gleichung (1) eingesetzt, ergibt

$$-\frac{q}{C} = R\frac{dq}{dt} \qquad (2)$$

oder anders geordnet

$$-\frac{1}{RC}\,dt = \frac{dq}{q}.$$

Diese Differentialgleichung wird durch beiderseitige Integration gelöst.

$-\frac{1}{RC}\int dt = \int \frac{dq}{q}$, ausgerechnet ergibt dieses Integral

$$-\frac{t}{RC} = \ln q + K. \qquad (3)$$

---

[1]) Ob ein Blockkondensator noch für Netzanschlußgeräte geeignet ist, kann durch diese Prüfung allein nicht entschieden werden. Dazu ist noch eine zweite Prüfung auf Durchschlagsfestigkeit mit einer Spannung von 500 ÷ 650 Volt erforderlich.

[2]) Um Irrtümern vorzubeugen, möchte Verfasser bemerken, daß das im Heft 8 des „Funk-Bastler" beschriebene Röhrenvoltmeter für diese Messungen nicht brauchbar ist, da jenes speziell für Wechselstrommessungen gebaut ist.

Um die Integrationskonstante $= K$ zu ermitteln, werden die Anfangsbedingungen eingeführt:

Zur Zeit $t = 0$ ist $q = Q$; daher

$$0 = \ln Q + K, \text{ daher } K = -\ln Q. \tag{4}$$

Dies in Gleichung (3) eingesetzt, ergibt

$$-\frac{t}{RC} = \ln q - \ln Q = \ln \frac{q}{Q} \text{ oder } e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{q}{Q} \tag{5}$$

daraus das gesuchte q.

$$q = Q\,e^{-\frac{t}{RC}}. \tag{6}$$

Abb. 1.

Da für die Messung der zeitliche Verlauf der Spannung am Kondensator interessiert, so wird Gleichung (6) unter Berücksichtigung folgender Beziehungen umgeformt;

Es ist $\frac{q}{C} = u$ und $\frac{Q}{C} = U$ $\qquad \frac{q}{C} = \frac{Q}{C}\,e^{-\frac{t}{RC}}.$

$$u = U\,e^{-\frac{t}{RC}}. \tag{7}$$

Die Größe RC nennt man Zeitkonstante und bezeichnet sie mit dem Buchstaben T; somit wird Gleichung (7) zu

$$u = U\,e^{-\frac{t}{T}}. \tag{8}$$

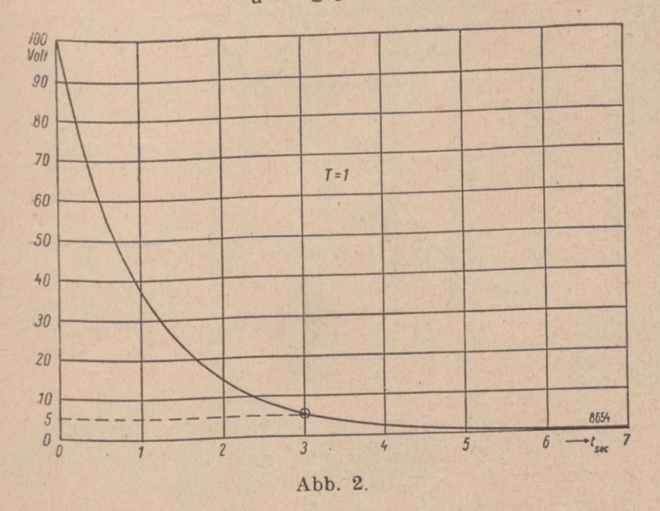


Abb. 2.

Aus dieser Gleichung sieht man, daß die Spannung am Kondensator nach einer Exponentialfunktion mit der Zeit abfällt. Als Beispiel für den Verlauf von u ist in Abb. 2 eine Kurve gezeichnet für $U = 100$ Volt $T = 1$.

Die Gleichung (8) besagt ferner, daß die Kondensatorspannung $= u$ theoretisch erst in unendlich langer Zeit zu Null wird.

Wann wird nun praktisch die Spannung gleich Null? Dies ist erfahrungsgemäß der Fall, wenn sie auf den 1000. Teil ihres Anfangswertes gesunken ist, d. h. wenn $u = \frac{U}{1000}$ wird. Diese Bedingung in Gleichung (8) eingesetzt

$$\frac{U}{1000} = U\,e^{-\frac{t}{T}}.$$

Man sieht, daß die Anfangsspannung sich herauskürzt und daher keine Rolle für die weiteren Betrachtungen spielt,

$$\frac{1}{1000} = e^{-\frac{t}{T}} = \frac{1}{e^{\frac{t}{T}}}.$$

$$1000 = e^{\frac{t}{T}} \qquad \text{daraus } \frac{t}{T} = \ln 1000 = 6{,}9\ldots$$

somit ungefähr $= 7$, d. h. in einer Zeit $= t$.

$t = 7\,T = 7\,R \cdot C$ ist der Kondensator praktisch entladen.

Will man dagegen die Zeit ermitteln, in der die Kondensatorspannung $= u$ auf 5 v. H. ihres Anfangswertes gesunken ist, so muß man für $u = \frac{U}{20}$ in Gleichung (8) einsetzen.

$$\frac{U}{20} = U\,e^{-\frac{t}{T}}; \qquad \frac{1}{20} = e^{-\frac{t}{T}}$$

$$20 = e^{\frac{t}{T}}; \qquad \frac{t}{T} = \ln 20 \approx 3.$$

Es ist daher die Spannung schon nach einer Zeit $t = 3\,T = 3\,RC$ auf 5 v. H. ihres Anfangswertes gesunken.

Der Bau des Meßgerätes.

Zum Bau dieses Meßgerätes sind folgende Einzelteile nötig:

Liste der Einzelteile.

1 Röhre RE 064
1 Heizwiderstand 10 Ω
1 Röhrensockel (gut isolierend)
1 Widerstandshalter aus Porzellan
1 Hartgummistück 15 × 15 × 70 mm
3 federnde Messingstreifen 0,5 mm stark 10 × 70 mm
3 doppelpolige Steatitklemmen
1 Rundmessingstäbchen 6 mm Durchmesser, 45 mm lang
2 Hochohmwiderstände zu 3 Megohm und 10 Megohm (Loewe, Dralowid, Telefunken, k e i n S i l i t stab)
1 Manganinwiderstand (bifilar) 1000 Ω. (Dieser ist nicht unbedingt nötig.)
1 Drehspulmilliamperemeter[3])
1 Blockkondensator 0,1 μF } fabrikneu (Hydra)
1 Blockkondensator 4,0 μF }
1 Montagebrett, etwa 250×180 mm, 20 mm stark.

Wie diese Einzelteile auf dem Grundbrett anzuordnen sind, ist aus der Abb. 3 klar zu ersehen. Die Drahtführung ist dabei auch angedeutet. Das prinzipielle Stromlaufbild gibt Abb. 4 wieder.

Um das Drehspulmeßgerät auch für andere Versuche benützen zu können, wird es zweckmäßig nicht auf dem Grundbrett festmontiert, sondern nur bei Bedarf angeschaltet

Bei der Montage ist auch sehr darauf zu achten, daß die Gitterleitungen gut isoliert geführt werden; diese sind in Abb. 3 durch strichpunktierte Linien angedeutet.

Es hat sich als günstig erwiesen, sie aus 1,5 mm starkem, blankem Kupferschaltdraht frei durch die Luft geführt zu verlegen.

Den Halter für die Kondensatoren kann man leicht selbst aus einem Stückchen Hartgummi 15 × 15 × 70 mm, 2 Flachklemmen und 2 federnden Messingstreifen 10 × 70 mm, 0,5 mm stark, anfertigen. (Näheres zeigt Abb. 3a.) Die Taste wird aus einem federnden Messingstreifen 10 × 70 × 0,5 mm angefertigt (wie, zeigt Abb. 3b). Den Tastenknopf fertigt man am besten aus Hartgummi an, eventuell kann man dazu auch einen kleinen Porzellanisolator verwenden.

[3]) Hierfür kann auch ein Drehspulvoltmeter verwendet werden, das viele Bastler gewiß besitzen.

Die Verbindungsleitungen werden zweckmäßig unter dem Grundbrett geführt (bis auf die strichpunktiert gezeichneten Gitterleitungen) und mit Isolierschlauch überzogen.

Das Grundbrett muß noch vier Füße, etwa 35 bis 40 mm hoch, erhalten. Das fertige Meßgerät schützt man am praktischsten durch eine Schutzhülle (aus Karton) vor Verstauben.

Erstes Meßverfahren.

Der genaue Gang der Messung nach dem ersten Verfahren soll nun geschildert werden. Das Verfahren ist zwar etwas

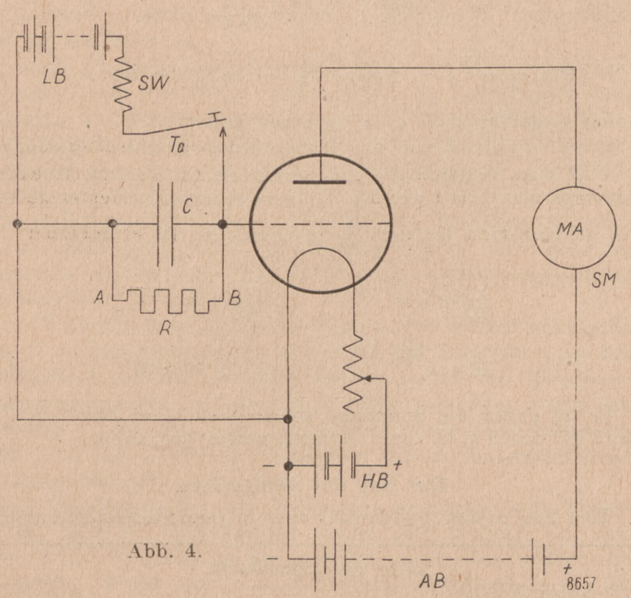


Abb. 4.

ungenauer als das zweite, reicht jedoch für schnelle Isolationsprüfung von Kondensatoren vollkommen aus.

Um das Messen zu lernen und gleichzeitig das fertige Meßgerät auf Fehlerfreiheit zu prüfen, geht man am besten folgendermaßen vor:

Zuerst wird die Heizung der Röhre auf ihre normale Fadenspannung einreguliert, die aus den Daten der Röhren zu erkennen ist. Dann müssen die Stellen A÷B (vgl. Abb. 3 und 4) kurzgeschlossen werden. Das geschieht am bequemsten dadurch, daß man an Stelle eines Hochohmwiderstandes das Rundmessingstäbchen (vgl. Liste der Einzelteile) in den Widerstandshalter einlegt.

Die Anodenspannung wird nun so hoch gewählt, daß der Strommesser im Anodenkreis der Röhre einen deutlich erkennbaren Ausschlag anzeigt. Letzteren notiert man sich als sogenannten „Eichwert". Bei der Röhre RE 064 beträgt die günstigste Anodenspannung 50 bis 70 Volt.

Für die dann folgenden Messungen muß man Heizstrom wie Anodenspannung ungeändert lassen.

Erste Prüfmessung:

An Stelle des Rundmessingstäbchens setzt man den Hochohmwiderstand von 3 Megohm ein und schiebt den neuen Kondensator von 4 μF in die Federn des Halters (vgl. Abb. 3a). Die Ladebatteriespannung wählt man hierfür zwischen 4,5 bis 50 Volt. Drückt man jetzt die Taste (Ta in Abb. 3) zum Laden des Kondensator, so soll der Zeiger des Strommessers im Anodenkreis auf Null zurückgehen (andernfalls Ladebatteriespannung erhöhen!). Mit Hilfe des Sekundenzeigers einer Uhr, am besten Stoppuhr, stellt man die Zeit fest, die verstreicht vom Loslassen der Taste bis zu dem Zeitpunkte, an dem der Zeiger des Strommessers den ursprünglichen Wert, d. h. obigen „Eichwert" wieder anzeigt. Diese Zeit beträgt ungefähr 84 Sekunden (vgl. auch das Beispiel), wenn das Meßgerät selbst und der Kondensator fehlerfrei sind.

Zweite Prüfmessung:

Zu dieser nimmt man als Hochohmwiderstand den von 10 Megohm und wieder der 4 μF-Kondensator. Die Entladezeit muß nun 280 Sekunden = 4 Minuten 40 Sekunden betragen, da $t = 7\,RC = 7 \cdot 10 \cdot 10^{+6} \cdot 4 \cdot 10^{-6} =$ 280 ist.

Dritte Prüfmessung:

Als Hochohmwiderstand wird wieder der von 10 Megohm genommen, dagegen als Kondensator der neue von 0,1 μF. Die Entladezeit soll jetzt nur noch 7 Sekunden betragen (siehe Beispiele).

Nunmehr kann mit der eigentlichen Messung begonnen werden.

Es soll z. B. ein alter Kondensator von 0,5 μF auf Isolation geprüft werden. Der Hochohmwiderstand muß dabei selbstverständlich entfernt werden. Es wird wieder die Zeit beobachtet, die nach dem Loslassen der Taste verstreicht, bis der Zeiger des Strommessers den „Eichwert" erreicht. Diese sei in unserem Beispiel zu 140 Sekunden ermittelt worden.

Der Isolationswiderstand = R'_c des Kondensators ist daher

$$R'_c = \frac{t}{7C'} = \frac{\text{Endladezeit}}{7 \times \text{Kapazität in } \mu F} = \frac{140}{3,5} = 40 \text{ Megohm.}$$

R'_c ergibt sich dann sofort in Megohm (so ist das Rechnen bequemer).

Bem.: Es kann nun bei diesem ersten Verfahren unter Umständen vorkommen, daß der Zeiger des Strommessers überhaupt nicht mehr den „Eichwert" erreicht. Die Gründe hierfür sollen jedoch im Rahmen dieses Aufsatzes nicht erörtert werden. In einem solchen Falle ist die Isolation des gerade untersuchten Kondensators vorzüglich.

Soll ein Hochohmwiderstand gemessen werden, schaltet man ihn zwischen A und B. Dann nimmt man den neuen 4 μF-Kondensator, wenn der zu messende (unbekannte) Widerstand vermutlich zwischen 1 und 10 Megohm liegt, oder den neuen 0,1 μF-Kondensator, wenn der zu bestimmende Widerstand größer als 10 Megohm voraussichtlich ist.

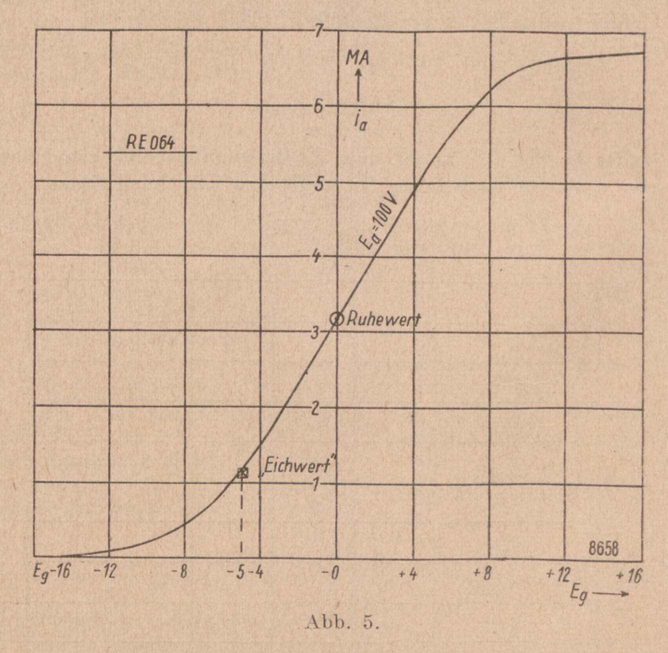


Abb. 5.

Auch hier soll wieder ein Beispiel dies näher erläutern.

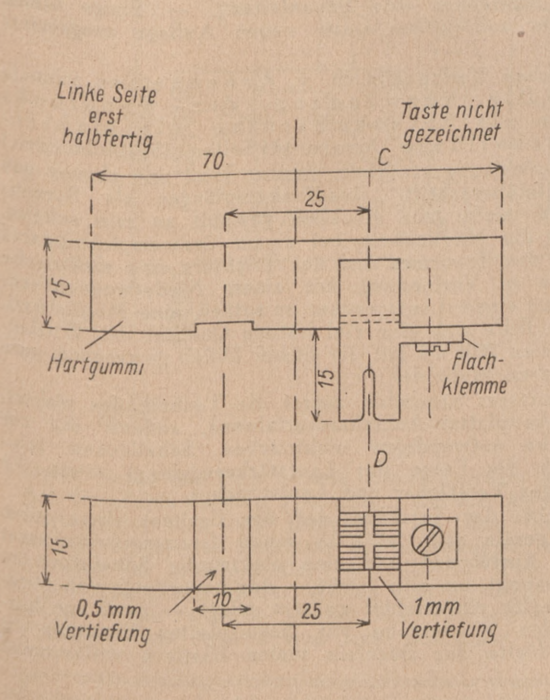
Beispiel: Der Kondensator C war zu 4 μF gewählt worden; die Zeit der Endladung wurde zu t = 56 Sekunden ermittelt.

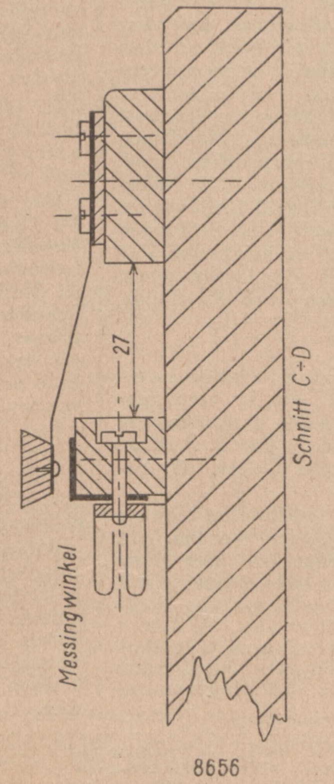
Der unbekannte Hochohmwiderstand R

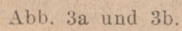
$$R = \frac{t}{7\,C}\,\Omega;\ R \text{ in } M\Omega = \frac{\text{Entladezeit}}{7 \times \text{Kapazität in } \mu F} = \frac{56}{28} = 2\ M\Omega.$$

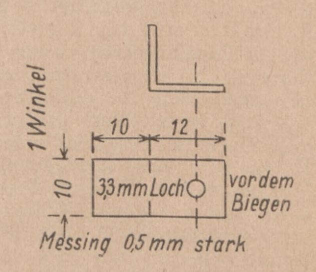
Der Isolationswiderstand des Kondensators muß sehr groß sein, damit er keinen nennenswerten Einfluß auf das Meßergebnis ausüben kann. Aus diesem Grunde soll man zur Messung von Hochohmwiderständen nach

Abb. 3.









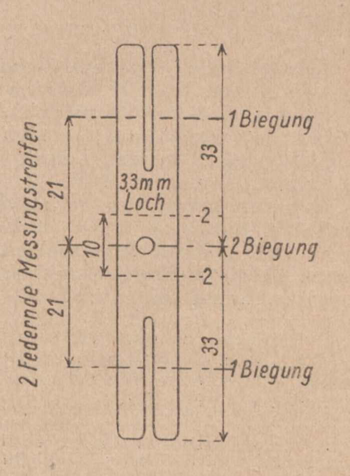


Abb. 3a und 3b.

diesem Verfahren nur fabrikneue Kondensatoren[4]) verwenden; auch lassen sich daher nach dieser Methode nur Widerstandswerte unter 100 Megohm einigermaßen genau messen.

Das zweite Verfahren.

Zunächst wird wieder die Heizung der Röhre auf ihren Normalwert eingestellt. Die Spannung der Ladebatterie wird zunächst auf 5 bzw. 2 Volt einreguliert; 5 Volt müssen gewählt werden, wenn die spätere Messung mit einer Ladebatteriespannung von 100 Volt ausgeführt werden soll, 2 Volt, wenn mit 40 Volt dagegen gemessen werden soll (d. h. in beiden Fällen 5 v. H. der späteren Ladebatteriespannung). Jetzt kann der „Eichwert" (für das zweite Verfahren) des Strommessers im Anodenkreis der Röhre festgestellt werden. Zu diesem Zweck drückt man die Taste (hierbei darf kein Messingstäbchen eingelegt werden, wie es beim ersten Verfahren benötigt wird) und stellt dabei wieder die Anodenspannung der Röhre so ein, daß ein deutlich erkennbarer Ausschlag des Strommessers entsteht, der als der gesuchte „Eichwert" notiert wird.

Nun wird die Ladebatteriespannung auf die Meßspannung erhöht, d. h. auf 100 bzw. 40 Volt. Zur Prüfung des Meßgerätes sowie der Kondensatoren werden dieselben drei Prüfmessungen wie beim ersten Verfahren ausgeführt. Aber hierbei im Gegensatz zu jenem die Zeit ermittelt, die verstreicht vom Loslassen der Taste bis zum Durchgang des Strommesserzeigers durch den ermittelten „Eichwert".

Der Skalenwert, an dem der Zeiger zur Ruhe kommt, liegt natürlich höher als der „Eichwert" (vgl. Abb. 5). Die größere Genauigkeit des zweiten Verfahrens ist darin begründet, daß sich der Zeitpunkt des Durchgangs genauer feststellen läßt als der des Erreichens des Ruhewertes, in den der Zeiger gewissermaßen nur einkriecht (vgl. Kurve Abb. 2).

Auch sei noch bemerkt, daß sich bei den drei oben erwähnten Prüfmessungen selbstverständlich andere Zeitwerte ergeben müssen, und zwar für: 1. Prüfmessung 36 Sekunden, 2. Prüfmessung 120 Sekunden, 3. Prüfmessung 3 Sek.

Die eigentliche Messung nach dem zweiten Verfahren soll wieder an einem Beispiel erläutert werden.

Beispiel: Ein alter Blockkondensator von 0,1 μF soll auf Isolation geprüft werden. Die Zeit vom Öffnen der Taste bis zum Durchgang durch den „Eichwert" ist zu t = 39 Sekunden ermittelt worden. Daher ist der gesuchte Isolationswiderstand = R_c

$$R_c \text{ in } M\Omega = \frac{t}{3\,C\,\mu F} = \frac{\text{Zeit}}{3 \times \text{Kapazität in } \mu F} = \frac{39}{0{,}3} = 130\,M\Omega.$$

Der Kondensator ist somit noch als Gitterkondensator verwendbar.

Die beiden geschilderten Verfahren, die vielleicht manchen Bastlern im ersten Augenblick etwas verwickelt erscheinen, enthalten keinerlei Schwierigkeiten. Bei sorgfältiger Ausführung des Meßgerätes und genauer Befolgung der Anweisung sind nach einigen Übungen die Messungen schnell und leicht ausführbar.

Für die Bibliothek des Amateurs.

Mit der immerfort steigenden Ausbreitung des Rundfunks hat die Frage der Beseitigung der hauptsächlich durch elektrische Maschinen und Anlagen hervorgerufenen Empfangsstörungen wachsende Bedeutung bekommen. In der Fachschriften-Reihe des „Funk" ist daher als erster Band „Die Beseitigung der Funkempfangs-Störungen" von Postrat Dipl.-Ing. Ferd. Eppen (Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, 32 S., 1928, geh. 0,60 M.) herausgegeben worden. Der Verfasser, der Leiter des Laboratoriums für Rundfunkempfang und Störungsbeseitigung im Reichspostzentralamt ist, behandelt darin die zur Störungsbeseitigung dienenden Maßnahmen, und zwar sowohl an dem Empfangsgerät als auch an dem die Störungen erzeugenden Apparat selbst. Ohne weitere theoretische Erörterungen sind im ersten Teil allgemeine Gesichtspunkte für die Beseitigung von Störungen gegeben, während im zweiten Teil die an den einzelnen Maschinen und Geräten anzuwendenden Verfahren besprochen sind. Voran geht den Ausführungen ein Geleitwort des Rundfunkkommissars Dr.-Ing. Bredow, in dem darauf hingewiesen wird, daß bei gutem Willen praktisch wohl alle Störungen zu beseitigen sind. Die kleine Schrift ist nicht nur den Rundfunkhörern, sondern vor allem den Fachleuten warm zu empfehlen, die sich mit der Einrichtung von Rundfunkanlagen befassen.

*

Vom Standardwerk der Funktechnik „Elektronenröhren" von Prof. H. Barkhausen, der im vergangenen Jahre mit der Heinrich-Hertz-Medaille ausgezeichnet wurde, liegt neuerdings der zweite Band in der 3. Auflage vor. (Verlag S. Hirzel, Leipzig 1928. 121 Seiten, 69 Abbildungen. Preis geh. 4 M., geb. 6 M.

Über den Inhalt des bekannten und wertvollen Buches brauchte eigentlich nichts mehr gesagt zu werden, da dieses Werk längst Allgemeingut geworden ist. Der Band behandelt die Röhrensender. Jeder, der sich ernsthaft mit der Anwendung der Elektronenröhre zur Erzeugung elektrischer Schwingungen beschäftigt, muß dieses Buch gelesen haben. Die neue Auflage enthält keine grundlegenden Änderungen gegenüber der zweiten Auflage.

Den praktischen Bastler dürfte das Buch von Dr. W. Daudt „Der Bau von Überlagerungsempfängern" interessieren. (Verlag Rothgießer & Diesing, Berlin 1928. 28 Seiten, 33 Abbildungen, Preis geh. 1 M.)

Der Verfasser gibt zunächst eine kurze Übersicht über das Prinzip des Überlagerungsempfängers und über seine verschiedenen Abarten: Superhet, Ultradyne, Tropadyne, Strobodyne. Dann beschreibt er den Zwischenfrequenzsowie den Niederfrequenzverstärker. Im zweiten Teil behandelt er die Einzelteile einer derartigen Empfangsanlage und gibt schließlich eine Bauanleitung. — Einige kleine Druckfehler sollten bei einer neuen Auflage ausgemerzt werden.

Im gleichen Verlag gibt M. v. Ardenne eine schmale Schrift „Die Verwendung der Rundfunkanlagen als Sprechmaschine mit elektrischer Schalldose" heraus. (44 Seiten, 35 Abbildungen.)

Das empfehlenswerte Heft, dessen Titel uns ebenso wie die Kapitelüberschrift „Rundfunkempfänger als Sprechmaschinen" nicht ganz glücklich gewählt zu sein scheint, behandelt die Möglichkeit, bei einem Grammophonapparat an Stelle des Tonarmes und des Trichters eine elektrische Schalldose in Verbindung mit einem Niederfrequenzverstärker und einem Lautsprecher zu setzen, eine Möglichkeit, mit deren Hilfe sich eine viel höhere Qualität der Wiedergabe erzielen läßt als mit der bisher üblich gewesenen, rein mechanischen Methode.

Der Verfasser behandelt zuerst die Technik des elektrischen Schallplatten-Aufnahmeverfahrens, sodann die zur Wiedergabe notwendigen elektrischen Schalldosen (einschließlich die Frage der Lautstärkeregelung) sowie die notwendigen Verstärker und Lautsprecher.

Angesichts der Tatsache, daß der Besitzer eines guten Rundfunkgeräts sich lediglich einen Grammophonapparat billigster Ausführung und eine elektrische Schalldose zu kaufen braucht, um sein Gerät — das neuerdings von vornherein hierfür eingerichtet zu sein pflegt — auch zur hervorragenden Wiedergabe von Schallplatten benutzen zu können, dürfte das Büchlein vielen Bastlern willkommen sein.

[4]) Ein neuer Blockkondensator von 4 μF muß laut Vorschrift einen Isolationswiderstand größer als 50 Megohm haben, ein solcher von 0,1 μF größer als 1000 Megohm (gemessen mit 110 Volt).

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lankwitz. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68. — Sendungen an die Schriftleitung nur nach Berlin SW 68, Kochstraße 9, Fernruf: F 5 Bergmann 2495. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstraße 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk".